



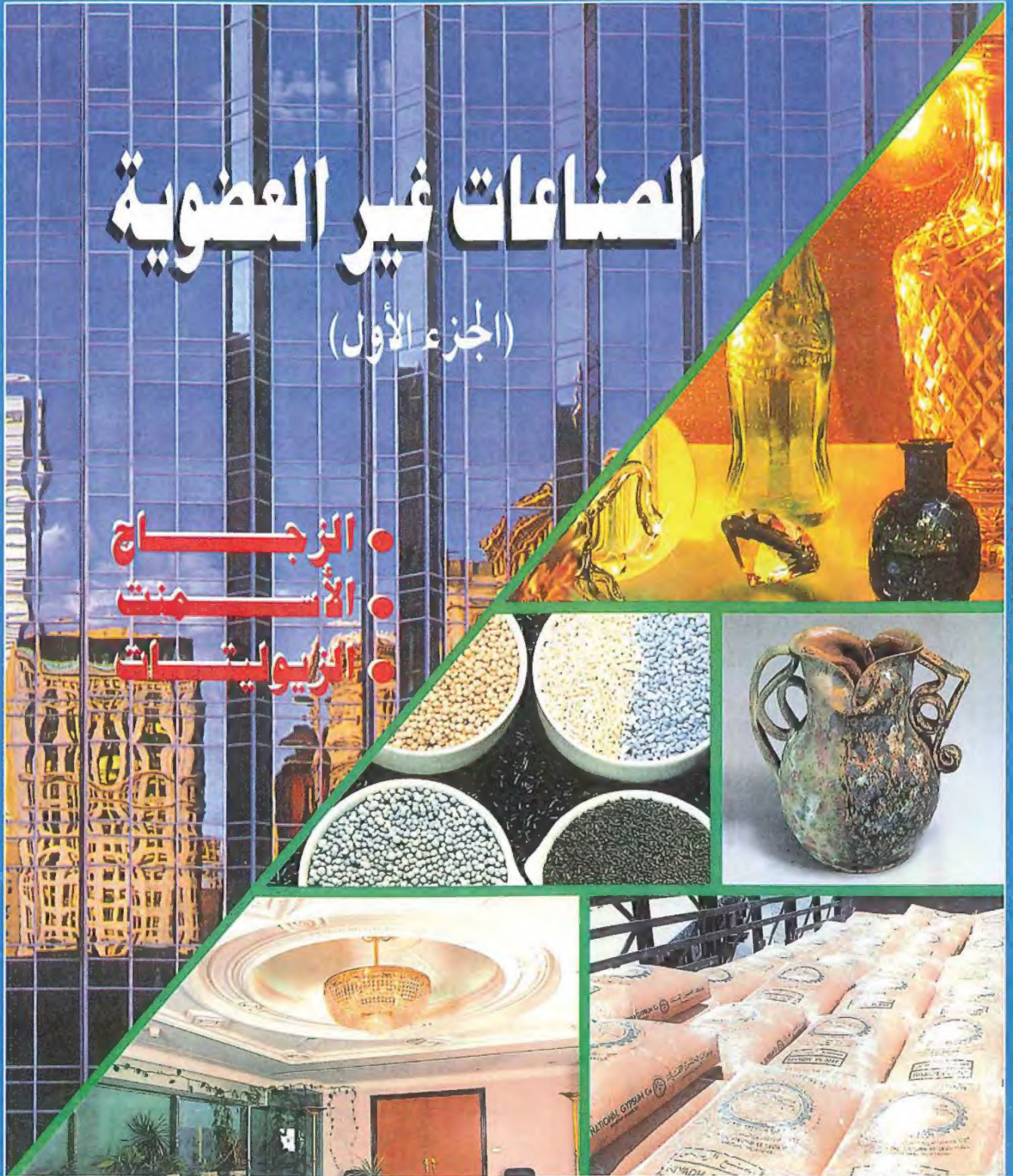
# العلوم والتقنية

مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية • السنة العاشرة • العدد الأربعون • شوال ١٤١٧هـ / فبراير ١٩٩٧م.

## الصناعات غير العضوية

(الجزء الأول)

• الزجاج  
• الأسمنت  
• الزيوليتات





## منهاج النشر

أعضاء القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :-

- ١- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لا يفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .
  - ٢- أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .
  - ٣- في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .
  - ٤- أن لا يقل المقال عن أربع صفحات ولا يزيد عن سبع صفحات طباعة .
  - ٥- إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .
  - ٦- إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
  - ٧- المقالات التي لا تقبل النشر لاتعاد لكتابها .
- يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح ما بين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

## محتويات العدد

- |    |                        |    |                             |
|----|------------------------|----|-----------------------------|
| ٢٦ | ● صناعة الاسمنت        | ٢  | ● شركة الجبس الاهلية        |
| ٤١ | ● مصطلحات علمية        | ٤  | ● الصناعات غير العضوية      |
| ٤٢ | ● عرض كتاب             | ٨  | ● عالم في سطور              |
| ٤٤ | ● كتب صدرت حديثاً      | ٩  | ● الزجاج                    |
| ٤٥ | ● من أجل قلذات أكبادنا | ١٥ | ● الجديد في العلوم والتقنية |
| ٤٦ | ● مساحة للتفكير        | ١٦ | ● الالياف غير العضوية       |
| ٤٨ | ● كيف تعمل الأشياء     | ٢١ | ● الزيوليتات                |
| ٥٠ | ● بحوث علمية           | ٢٦ | ● الخزف                     |
| ٥١ | ● شريط المعلومات       | ٣١ | ● مركبات سيليكونية أولية    |
| ٥٢ | ● مع القراء            | ٣٤ | ● قضايا علمية               |



الزيوليتات



الخزف



الالياف غير العضوية

## المراسلات

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ - الرمز البريدي ١١٤٤٢ - الرياض

ترسل المقالات باسم رئيس التحرير : ٤٨٨٣٤٤٤ - ٤٨٨٣٥٥٥

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia

يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة

الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها

## العلوم والتقنية



المشرف العام

د. صالح عبد الرحمن العذل

نائب المشرف العام  
ورئيس التحرير

د. عبد الله أحمد الرشيد

هيئة التحرير

د. عبد الرحمن العبد العالي

د. خالد السليمان

د. إبراهيم المعتاز

د. محمد أسين أمجد

د. محمد فاروق أحمد

د. أشرف الخيري

\*\*\*





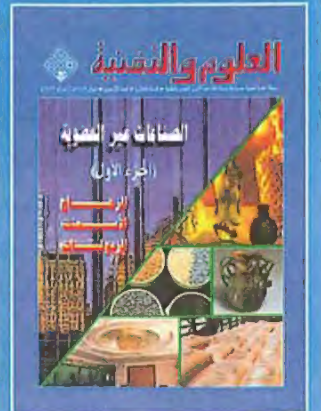
سكرتارية التحرير

- د. يوسف حسن يوسف  
د. ناصر عبد الله الرشيد  
د. محمد حسين سعد  
أ. محمد ناصر الناصر  
أ. عطية مزهر الزهراني

التصميم والخراج

- طارق يوسف  
عبد السلام ريان  
عرفة السيد العزب

\*\*\*\*\*



# كلمة التحرير

## قراءنا الأعزاء

تحظى بعض الصناعات بإهتمام عامة الناس لأنها تمس حياتهم اليومية ، ومن هذه الصناعات ما يقاس به تقدم الأمم وتطورها من معدل ما ينتج منها وما يستهلكه الفرد .

تعتمد كثير من هذه الصناعات في خاماتها الأساس على المعادن ومركباتها التي تتوفر بكميات كبيرة في القشرة الأرضية ، ومن هذا المنطلق فقد أطلق عليها الصناعات غير العضوية ، ولتعدد أهميتها فإنه لا يمكن تغطيتها في عدد واحد . لذا فقد خصص لها أكثر من عدد يتحدث الأول منها عن الصناعات غير العضوية التي تعتمد على مادة السيليكون المتمثل - بصفة أساس - في الرمل والطين .

## قراءنا الأعزاء

يعالج هذا العدد عدداً من الصناعات غير العضوية الهامة من حيث أنواعها ، وأهميتها ، وطرق إنتاجها ، والخامات الأساس الداخلة فيها والمواد المساعدة ، ومدى الإستفادة منها ، وتتمثل هذه الصناعات في الزجاج ، والألياف غير العضوية ، والزيوليتات ، والخزف ، والسليكيات الأخرى ، والأسمنت إضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد ، آملين أن نكون قد وفقنا في عرضنا لمادة هذا العدد ، فلا تبخلوا علينا بأرائكم واقتراحاتكم.

والله من وراء القصد ،،،



والمنتجات الجبسية في كل من الرياض وينبع من خلال المنشآت الصناعية التالية :-

١- مصنع لإنتاج وتصنيع الجبس في كل من الرياض وينبع بطاقة إنتاجية قدرها ٢٣٠ ألف طن سنوياً، وجاري العمل على إجراء توسعة لمصنع الشركة لينبع لتصبح الطاقة الإنتاجية ٥٠٠ ألف طن سنوياً في نهاية عام ١٩٩٧م.

٢- مصنع الألواح الجبسية ( البلاستر بورد Plasterboards ) بالرياض بطاقة سنوية قدرها ٦ مليون متر مربع ومزودة بوحدة تغليف لجميع مواد الديكور، بالإضافة إلى مصنع بنفس الطاقة الإنتاجية في ينبع لتصبح الطاقة الإجمالية ١٢ مليون متر مربع من الألواح الجبسية في نهاية عام ١٩٩٧م.

٣- مصنع للزخارف الجبسية يقوم بإنتاج البلاطات الزخرفية من الجبس مقاس ٦٠×٦٠ سم ألياً بطاقة إنتاجية قدرها ١٥٠ ألف متر مربع سنوياً، بالإضافة إلى الكرائيش والديكورات الجبسية الأخرى.

٤- مصنع جبس الرش والجبس اللاصق بطاقة قدرها ٤٨ ألف طن سنوياً، وقد جهز هذا المصنع لإنتاج نوعيات مختلفة أساسها الجبس مثل جبس الرش بالفينير والجبس المقاوم للحريق والعازل للصوت ومواد اللصق الجبسية وغيرها من المواد التي يدخل الجبس في تصنيعها وتخدم صناعة البناء.

٥- امتداداً لنشاط الشركة لمضاعفة خدمة عملائها في الخليج فقد تم إنشاء مصنع للجبس في دولة قطر بطاقة إنتاجية قدرها (٦٠) ألف طن



## شركة الجبس الأهلية



تأسست شركة الجبس الأهلية عام ١٣٧٨هـ الموافق ١٩٥٨م، وهي بذلك من أولى الشركات الرائدة التي دخلت في مجال الصناعة والتعدين في المملكة العربية السعودية بصفة خاصة ومنطقة الخليج بصفة عامة.

الواقعة في طريق ينبع أمالج.

### نشاط الشركة

تقوم الشركة بتصنيع الجبس الخام بمصانعها إلى منتجات متعددة لمواجهة متطلبات التطور العمراني بالمملكة، وهي بذلك تعمل في خدمة مجالات التعدين والصناعة والإسكان.

### مصانع الشركة

تمارس الشركة نشاطها في مجال إنتاج وتسويق الجبس

ويقع المقر الرئيس للشركة بمدينة الرياض ولها فروع في كل من جدة وينبع والدمام والمدينة المنورة.

### امتياز الشركة

تمتلك الشركة حق استغلال محاجر الجبس الواقعة بمنطقة المراغة في طريق الخرج بالرياض بموجب امتياز استغلال الجبس الصادر بالمرسوم الملكي رقم ٥٨٣/٥/٥ بتاريخ ١٣٧٦/٣/١هـ. كما تمتلك أيضاً حق استغلال محاجر الجبس



قوة لصق عالية  
ووزن خفيف  
وعازل حرارياً  
ومقاوم للحريق .  
في حين يستعمل  
الجبس اللاصق في  
لصق الحوائط  
الجبسية على  
الجران الخرسانية  
ولصق البولي  
ستيرين والألواح



مصنع بورد الجبس

ذات الألياف المعدنية على الحوائط ،  
ويستعمل جبس الغراء كلاصق  
ومقاوم للماء للمنتجات التالية:  
بلاط السيراميك ، وبلاط الأرضيات ،  
والبلاط الرخامي ، والبلاط  
الفسيفسائي.

#### الخطط المستقبلية :

تسعى الشركة لتطوير وتوسيع  
إنتاج وتصنيع الجبس لتغطية  
أسواق المملكة والدول الخليجية  
والدول المجاورة ، حيث سيبدأ  
العمل قريباً في تركيب مصنع  
الجبس الجديد بالرياض بطاقة  
إنتاجية تصميمية قدرها ١٥٠ ألف  
طن سنوياً .



خط إنتاج الحوائط الجبسية

#### \* منتجات جبسية أخرى :

وتشمل الجبس الزراعي ، و جبس  
الرش ، والجبس اللاصق ، و جبس  
الغراء ، فالجبس الزراعي يتكون من  
كبريتات كالسيوم مائية بنسبة  
لا تقل عن ٧٠٪ و كربونات كالسيوم  
بنسبة تتراوح بين ١٠٪ و ١٥٪  
وأكاسيد حديد وأكاسيد ألومنيوم  
بنسبة ١,٢٪ وكلوريد صوديوم في  
حدود ٠,٥٪ . ويستخدم الجبس  
الزراعي في تحسين خواص التربة  
ومعالجة الأملاح الضارة والقلويات  
الموجودة بالتربة ، ويتميز بأنه غير  
مكلف وسهل الاستعمال فضلاً عن  
انخفاض آثاره السلبية على البيئة

المتربة على  
استعماله مقارنة  
بالمضافات  
الكيميائية الأخرى  
المستعملة في  
تحسين خواص  
الأراضي الزراعية .  
أما بالنسبة  
لجبس الرش  
فيستعمل كطبقة  
جبسية أحادية  
(واحدة) برشها  
على الجدران  
والأسقف ، وهو ذو

سنوياً بالمشاركة مع الشركة  
القطرية للصناعات التحويلية  
والشركة العامة لأسمنت قطر ،  
حيث بدأ الإنتاج الفعلي لهذا المصنع  
في شهر أكتوبر عام ١٩٩٣ م .

#### أنواع منتجات الشركة

هناك العديد من أنواع المنتجات التي  
تقوم الشركة بإنتاجها والتي تتمثل  
في التالي :-

\* جبس التليس (الجبس العادي):  
ويتكون من كبريتات الكالسيوم  
نصف المائبة بنسبة لا تقل عن ٨٠٪  
ويستخدم في عمليات التليس  
الداخلي لجميع الحوائط والأسقف ،  
ويمتاز بلونه الأبيض وعزله  
للحرارة ومقاومته للرطوبة ، كما  
يستخدم في تثبيت جميع  
الديكورات الجبسية .

\* مساحيق الرش: وتتكون من خام  
الجبس ( كبريتات الكالسيوم  
المائية) بنقاوة تصل إلى ٩٠٪ ، كما  
تحتوي على بلورات خام الجبس  
ويتم رشها على الحوائط الداخلية  
والخارجية ، وهي مقاومة للأمطار  
والرطوبة .

\* حوائط جبسية : وتتكون  
أساساً من مادة الجبس المصنع  
حيث يتم بواسطتها تغليف نوعية  
خاصة من الورق المقوى ، وتمتاز  
تلك الحوائط الجبسية بسهولة  
التركيب والإنشاء وانخفاض تكلفة  
الإنشاء مقارنة بطرق البناء  
التقليدية ، ويتم إنتاج العديد من  
أنوع الحوائط الجبسية ، فمنها  
العادي ، والمقاوم للحريق ، والمقاوم  
للرطوبة ، وتستخدم تلك الحوائط  
الجبسية في تكسية الحوائط  
الأسمنتية وكقواطع في المباني .



الموجودة طبيعياً في القشرة الأرضية .  
مما سبق ذكره يمكن تقسيم الصناعات  
غير العضوية إلى صناعات تعتمد على  
خامات السيليكون - صناعات سيليكونية -  
وصناعات تعتمد على خامات غير  
سيليكونية والتي سيتم تناولها في أعداد  
أخرى من هذه المجلة .

### الصناعات السيليكونية

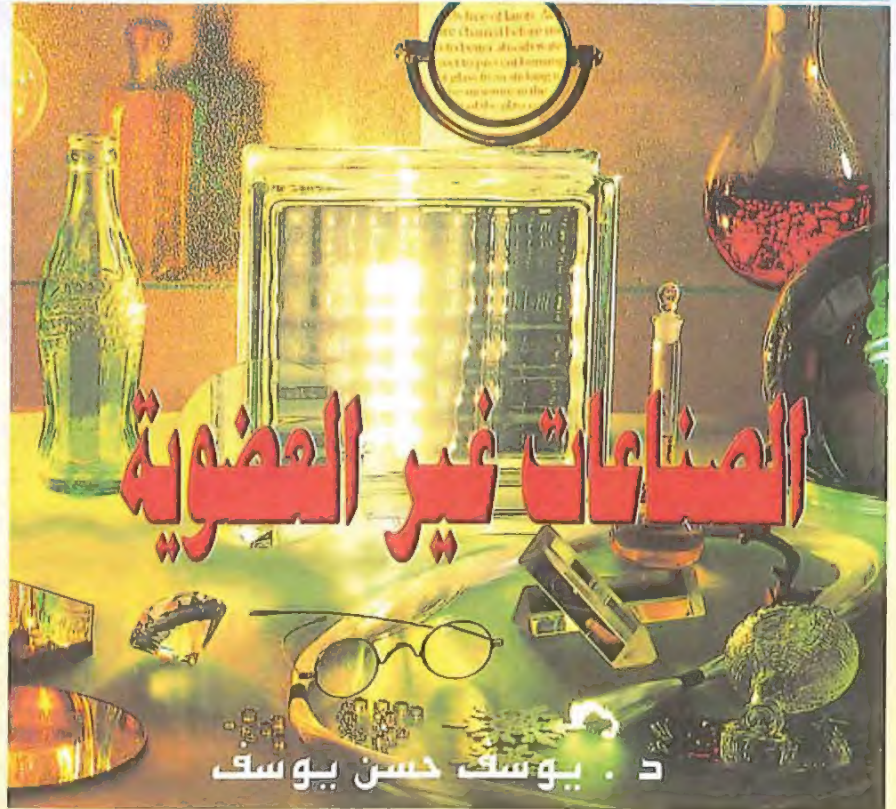
تعتمد هذه الصناعات إما على مادة  
السيليكا ( $SiO_2$ ) أو على مواد السيليكا ،  
وهي تختلف باختلاف المواد المتفاعلة مع  
عنصري السيليكون والأكسجين ، وتعد  
السيليكا من أكثر المواد انتشاراً في  
القشرة الأرضية ، حيث تضم حوالي ثلث  
العناصر الطبيعية ، كما أنها تشكل أكثر من  
٩٥٪ من وزن المعادن الموجود في القشرة  
الأرضية . وعليه تعد المواد الخام اللازمة  
للصناعات السيليكونية الأكثر وفرة مقارنة  
بمواد الصناعات غير السيليكونية .

تتكون السيليكا من بنية أساسية  
يكون فيها السيليكون متصل بأربع ذرات  
أكسجين تقع على رؤوس منشور ثلاثي  
رباعي الأوجه توجد في مركزه ذرة  
السيليكون ، شكل (١) ، ونظراً لقابلية ذرة  
الأكسجين للربط بين ذرتي سيليكون فإنه  
بالإمكان تكوين سلسلة معقدة من ذرات  
الأكسجين والسيليكون يمكنها الارتباط  
بأيونات معادن مثل  $K^+$  أو  $Na^+$  أو  $Al^{3+}$   
أو بسلسلة أخرى . ويوضح جدول (٢)  
الأشكال المختلفة لمجموعات معادن  
السيليكا .

تختلف الصناعات المعتمدة على  
مركبات السيليكون حسب المادة الخام  
المستخدمة لتصنيع المنتج النهائي ، ومن



● شكل (١) يوضح البنية الأساسية للسيليكا .



الصناعات غير العضوية هي الصناعات التي تعتمد على المواد غير العضوية  
(Inorganic Materials) كمادة خام في إنتاج مواد مصنعة ، ولذلك فهي تشمل كل  
الصناعات المعتمدة على فلزات الجدول الدوري الموجودة طبيعياً - ١٠٩ فلزات حتى  
الآن - ماعدا الصناعات المعتمدة على المركبات الهيدروكربونية ، وهي بذلك لا تشمل  
الصناعات ذات المصدر الحيوي مثل الصناعات البتروكيميائية والغذائية وغيرها .

وبشكل طبيعي معادن أخرى على شكل  
فلزات حرة ، ومجموعة كربونات وهاليدات  
وأكاسيد وكبريتات وكبريتيدات .. الخ ،  
ويوضح جدول (٢) أمثلة تلك المجموعات

الفلز	الكمية في القشرة الأرضية (%)	
	وزناً	جزئياً
أكسجين (O)	٤٦,٦	٦٢,٦
سيليكون (Si)	٢٧,٧	٢١,٢
المنيوم (Al)	٨,١	٦,٥
حديد (Fe)	٥,٠	١,٩
كالمسيوم (Ca)	٣,٦	١,٩
صوديوم (Na)	٢,٨	٢,٦
بوتاسيوم (K)	٢,٦	١,٤
مغنسيوم (Mg)	٢,١	١,٨
أخرى	١,٥	٠,١

● جدول (١) أهم محتويات القشرة الأرضية من الفلزات (%) .

تعتمد الصناعات غير العضوية بصفة  
أساس على المواد الموجودة في القشرة  
الأرضية حيث تشمل على سبيل المثال  
صناعة الأسمدة ، والزجاج ، والألياف غير  
العضوية ، والكبريت ، والأحماض ،  
والجبس ، والغازات الصناعية .

يشكل عنصري الأكسجين والسيليكون  
أكثر من ٧٤٪ من وزن العناصر الموجودة  
في القشرة الأرضية ، جدول (١) ، كما  
يمثل هذين العنصرين حوالي ٨٤٪ من  
الذرات الموجودة في تلك القشرة ، ويرتبط  
السيليكون مع الأكسجين لتكوين ما يعرف  
بمعادن السيليكا ( $SiO_2$ ) في حالة  
السيليكون والأكسجين فقط أو السيليكا  
التي تختلف حسب نوع الفلز أو الفلزات  
الموجودة في التفاعل ، إضافة للمعادن  
السيليكونية توجد في القشرة الأرضية



المعدنية العازلة وألياف كربيد السيليكون .  
لم تعد ألياف الاسبستوس ذات أهمية اقتصادية بسبب مضارها الصحية ، حيث اكتشف في أواخر السبعينيات أنها من المواد المسرطنة ، وعليه تعد الألياف الأخرى الأكثر أهمية ، حيث تستخدم لأغراض عدة حسب النوع المنتج ، فعلى سبيل المثال تستخدم الألياف الزجاجية النسيجية بصفة أساس في تقسية المواد البلاستيكية بجانب تقسية الأسمنت فضلاً عن أهميتها كمرشحات للغبار وتغليف السجاد ، أما الألياف البصرية فيكثر استخدامها في مجالات الاتصالات ، إضافة لذلك تستخدم الألياف السيليكونية - الصوف الزجاجي ، والصوف الصخري ، وصوف الخشب المعدني وصوف الخزف - في مجالات العزل الحراري خاصة في الأماكن المعرضة للحريق بسبب مقاومتها لدرجات الحرارة العالية . من جانب آخر تستخدم ألياف كربيد السيليكون إما لطلاء ألياف الكربون والتنجستن أو كمواد عازلة للحرارة .  
\* الألياف غير السيليكونية : وتشمل ألياف الكربون - اللباد ، والصوف ، والنسيج - إضافة إلى ألياف أكسيد الألومنيوم ، والبورون والألياف المعدنية .

تستخدم ألياف الكربون في مجالات العزل الحراري ولمنع التآكل إضافة إلى أهميتها كمواد حاملة للمواد المحفزة ، أما ألياف أكسيد الألومنيوم فستخدم في مجال العزل الحراري وفي صناعة الحديد والفولاذ والتقسية . من جانب تستخدم ألياف البورون بشكل رئيسي في صناعة قطع الطائرات والمركبات الفضائية ، بينما تستخدم الألياف المعدنية - فولاذ ، وفولاذ مقسي وتنجستن - حسب نوع المعدن حيث تستخدم الألياف الفولاذية كمادة ترشيع ومخفضات للصوت ولتقسية المطاط والخرسانات بينما تستخدم ألياف التنجستن في مجال الإضاءة .

### • الزيوليتات

الزيوليتات هي معادن ألومينوسيليكاية متبلورة وذات مساحة سطحية عالية تقع بها مراكز فعالة للتبادل الكاتيوني ، مما يسببها نشاطاً أو فعالية عالية تؤهلها لأن تؤدي دوراً فاعلاً كمحفزات لعدد كبير من

الحرارة العالية ، وفضلاً عن ذلك يمكن إضافة الملونات وبنسب قليلة جداً إلى عجينة الزجاج لاكسابها لوناً معيناً حسب المادة المضافة . ومن أمثلة هذه الملونات أكسيد الحديد لاضفاء اللون البني الداكن ، وأكسيد الكوبالت لاضفاء اللون الأزرق وأكسيد الكاديوم للون الأحمر وأكسيد الكروم للون الأخضر الفاتح . وهكذا ...

وتختلف قوالب الزجاج حسب نوع المنتج حيث أن هناك طرق قوالب معينة لصناعة الزجاج المسطح وأخرى لزجاج القوارير وأخرى للقضبان والأنابيب الزجاجية .

### • الألياف غير العضوية

الألياف غير العضوية هي شعيرات - بمقطع أقل من ٠.٠٥ مم - تصنع من الفلزات ، وتستخدم في مجالات صناعية عدة مثل التقوية والعزل الحراري حيث يمكن أن تكون ذات مرونة عالية لتحمل الشد ودرجات الحرارة العالية .

تصنع الألياف غير العضوية إما من المواد السيليكونية أو غير السيليكونية ، وهي تتنوع حسب المواد المستخدمة في تصنيعها وذلك كما يلي :

\* الألياف السيليكونية : وهي ألياف تكون مادة السيليكا المكون الأساس من مواد تصنيعها ، وهي تشمل ألياف الاسبستوس ، والألياف الزجاجية النسيجية ، والألياف البصرية ، والألياف

المجموعة	أمثلة
فلزات حرة	ذهب ، فضة ، الماس ، جرافيت .
كربونات	كالكسيت ، دولوميت .
هيليديات	هيلات ، فلورايت .
أكاسيد	هيماتايت ، ماجنيتايت .
كبريتات	جبس .
كبريتيدات	جالينا ، بايرايت .

جدول (٢) أشكال المعادن غير السيليكونية الموجودة في القشرة الأرضية .

أهم تلك الصناعات مايلي :

### • الزجاج

يصنع الزجاج بشكل أساس بصهر وتشكيل مادة السيليكا ( $SiO_2$ ) التي يمكن الحصول عليها إما من الكوارتز أو الرمل أو الحجر الرملي حيث يعد الزجاج المصنع من الكوارتز - زجاج الكريستال - الأكثر جودة نسبة لدرجة النقاوة العالية الخاصة بالكوارتز وتبلوره ، وتنخفض درجة جودة الزجاج بزيادة نسبة الشوائب الموجودة في الرمل . وتختلف الإضافات اللازمة - تضاف بنسب قليلة - لتصنيع الزجاج حسب المنتج النهائي وخواصه الفيزيائية ، ومن أهم الإضافات الخاصة بصناعة الزجاج مساعدات الصهر - مخفضات درجة الانصهار - مثل كربونات الصوديوم وحمض البوريك ، ومواد تحسين الخواص الفيزيائية مثل كربونات الكالسيوم المستخدمة لأكساب الزجاج صلابة ومقاومة الكهرباء والتمدد ودرجات

الشكل	الصفة الكيميائية للجزيء	نسبة السيليكون للأكسجين	مثال
رباعي منفصل	$(SiO_4)^{-4}$	٤ : ١	أوليفين
سلاسل رباعية متصلة - سلسلة واحدة	$(SiO_3)^{-2}$	٣ : ١	مجموعة البايروكسين
- سلسلتين	$(Si_4O_{11})^{-6}$	١١ : ٤	مجموعة الأمفيبول
صفائح متصلة	$(Si_4O_{10})^{-4}$	٥ : ٢	المائكا
شبكة ثلاثية الأبعاد	$(Si_2O)$	٢ : ١	الكوارتز

جدول (٣) الأشكال المختلفة لمعادن السيليكات .





● أحد مصانع الأسمنت بالمملكة العربية السعودية

فيها عنصر السيليكون (Si) كمادة خاملة ، وهي بذلك تشمل الصناعات التي تأتي المواد الخام اللازمة لها من حوالي ٥٪ وزناً من مواد القشرة الأرضية رغم أن جزءاً من هذه المواد قد يأتي من الغلاف الجوي - النيتروجين والأكسجين وبعض الغازات الخاملة - أو الغلاف المائي . وتتمثل هذه الصناعات في العديد من مستلزمات الحياة العصرية سواء أكان في شكل مواد نهائية مصنعة أم مواد صناعية أولية لصناعات أخرى ، ومن أهم تلك الصناعات مايلي :

#### ● الكبريت

تنبع أهمية الكبريت في الصناعة في أن ٩٠٪ منه يستخدم في صناعة حامض الكبريتيك الذي يدخل كمادة أساسية في العديد من الصناعات مثل الأسمدة ، وصناعة الحديد والصلب ، والبطاريات السائلة ، ومواد التنظيف ، وتكرير النفط ، ومعالجة المياه ، والصناعات الدوائية .. وغيرها .

يوجد الكبريت طبيعياً على شكل كبريت بركاني حر ، أو كبريت رسوبي مثل الجبس والبائرايت ، أو كبريت نقطي . ولذلك فإن الطرق المختلفة لتصنيعه تختلف باختلاف مصدره .

#### ● الأحماض المعدنية

الأحماض المعدنية هي الأحماض التي تتكون من هيدروجين وشبه معدن أو معدن وأكسجين ، وهي إما أحماض أكسجينية مثل حامض الكبريتيك ( $H_2SO_4$ ) ،

لخطة الطين إما لتحسين صفاته أو تلوينه .

#### ● مركبات سيليكونية أولية

إضافة لأهمية السيليكون كمكون أساس في صناعة الزجاج والأسمنت .. وغيرها يمكن استخدام عدة مركبات سيليكونية أخرى - هيدرات وهاليدات وسلفيدات السيليكون - كمواد أولية في صناعات غير عضوية عديدة منها صناعة الألياف البصرية ، والموصلات الضوئية ، وطبقات السيليكون غير البلوري ، وشاشات الطباعة وغيرها .

#### ● الأسمنت

تطلق كلمة الأسمنت على كل مادة لها خاصية تماسك بعضها مع بعض أو مع مواد أخرى ، ويعد الأسمنت البورتلاندي من أهم أنواع الأسمنت حيث أنه الأكبر حجماً في مجال التصنيع ، إذ لا يمكن الإستغناء عنه حالياً في مجال المباني والمنشآت .

تعد خامات تصنيع الأسمنت البورتلاندي - الجير ، والطين ، والحديد - من أكثر المواد وفرة في القشرة الأرضية ، ولذلك فإن انتاجه لا تتحكم فيه مناطق أو دول بعينها رغم أنه قد ينشأ - في بعض الأحيان - شح في خامة معينة يتطلب استيرادها من منطقة أخرى .

يصنع الأسمنت بخلط نسب معينة من المواد الجيرية والطينية والحديد ثم طحنها وحرقتها عند درجة حرارة ٥٠٠ أم لإنتاج مادة الكلنكر - تتكون من سيليكات ثلاثي الكالسيوم ، وسيليكات ثنائي الكالسيوم ، والومينات ثلاثي الكالسيوم ، والومينات حديد رباعي الكالسيوم - التي تمثل ٩٠٪ من مادة الأسمنت . تضاف لمادة الكلنكر مادة الجبس بنسبة ٢٪ - ٥٪ للتحكم في عملية تصلب الأسمنت بعد الإمالة . وتحدد صفات الأسمنت حسب النسب المئوية لمكونات الكلنكر مما ينتج عنه أنواع عدة من الأسمنت مثل : الأسمنت العادي ، والأسمنت المعدل ، والأسمنت سريع التصلد ، والأسمنت منخفض الحرارة ، والأسمنت المقاوم للكبريت وأنواع أخرى .

#### الصناعات اللاعضوية الأخرى

الصناعات اللاعضوية غير السيليكونية تشمل الصناعات غير العضوية التي يتعد

التفاعلات الكيميائية .

تتواجد الزيوليتات بشكل طبيعي كصخور رسوبية نتجت عن تفاعل الماء مع الرماد البركاني تحت ظروف جيولوجية مختلفة . إضافة لذلك يمكن تصنيع الزيوليتات التركيبية إما من مواد خام طبيعية أو تركيبية .

تستخدم الزيوليتات كمبادلات أيونية ، وعوامل ادمصاص وكمحفزات في مجال الصناعات البترولية والبتروكيميائية مثل : عمليات التكسير الحفزي ، والهيدروجيني ، والأكلة ، والتماكب ، وعمليات نزع الكبريت من المشتقات النفطية .

#### ● الخزف

الخزف عبارة عن منتجات طينية تختلف أنواعها حسب نوع الطين المستخدم ، فعلى سبيل المثال تنتج مواد البناء مثل الطوب والفخار والمواسير من الطين الثانوي ، بينما تنتج الحراريات مثل أواني الصهر والمواقد من طينة تحتوي على مواد تتحمل درجات الحرارة العالية مثل الكوارتز والزركون ، أما العوازل الكهربائية مثل المفاتيح الكهربائية فتنتج من طين الكاولين ( البورسلان ) ، من جانب آخر تنتج الأواني المنزلية والتحف من طينات البورسلان والخزف الحجري .

تشمل المواد الأولية لصناعة الخزف بجانب الطين كل من مساعدات الصهر مثل الفلسبار والسيليكا ، والمواد الجيرية مثل الطباشير والرخام ، ومواد إضافية تخلط



● أحد منتجات الخزف



الصحي وكمزيل للألوان في الملابس ،  
و صناعة الورق .

### ● الغازات الصناعية

تشمل أهم الغازات الصناعية مايلي :

✳ ثاني أكسيد الكربون ( CO<sub>2</sub> ) :

ويكتسب أهميته الصناعية في المشروبات الغازية ، وصناعة الثلج والمنتجات ، وحفظ الأطعمة ، وفي إطفاء الحرائق وبعض الصناعات الكيميائية . ويصنع ثاني أكسيد الكربون إما بحرق المواد الكربونية مثل زيت الوقود ، الغاز ، الفحم الحجري ، كربونات الكالسيوم ، أو كمادة ثانوية في صناعة التخمر .

✳ الهيدروجين ( H<sub>2</sub> ) : ويصنع بصفة أساس بوساطة التحليل الكهربائي للماء ، وهو يستخدم أساساً كوقود فضلاً عن استخدامه في صناعة غاز النشادر (الأمونيا) ولهدرجة الزيوت النباتية وصناعة الصواريخ .

✳ الأكسجين : وهو إضافة إلى أنه من نواتج التحليل الكهربائي للماء يمكن تصنيعه بواسطة تسهيل الهواء الجوي حيث يمكن فصله من النيتروجين الذي يمثل حوالي أربعة أخماس الهواء الجوي من حيث الحجم بينما يمثل الأكسجين حوالي الخمس الباقي . يدخل الأكسجين في صناعة الحديد والصلب الخام ، الأسيلين ، وصناعة النشادر ، والميثانول ، فضلاً عن ذلك يستخدم في مجالي الصناعات البترولية والبتروكيميائية وفي المجالات الطبية وصناعة الصواريخ وفي تزويد رواد الفضاء ومتسلقي الجبال بالهواء اللازم .

✳ أكسيد النيتروجين : يستخدم عند خلطه بالأكسجين في تخدير مرضى العمليات الجراحية ، ويصنع بتسخين مادة نترات النشادر عند درجة حرارة ٢٠٠م .

✳ الهيليوم (He) : وهو من الغازات الخاملة ، ويستخرج من الغاز الطبيعي عند درجة حرارة منخفضة . يستخدم غاز الهيليوم في استكشاف البترول ، السائل منه يستخدم لتبريد الأجهزة الالكترونية ، والصناعات الجوية ، والصناعات النووية فضلاً عن أهميته في صناعة المصابيح الملونة .



● خط إنتاج وحدات زخرقية من الجبس للديكور

بيضاء تستخدم بصفة أساس في البناء سواء في الجدران والأسقف أو الديكور ، وكذلك تدخل في صناعة الطباشير بأنواعه والدهانات والجبس الطبي الذي يستخدم في تجبير الكسور وكقالب في طب الأسنان .

### ● الصناعات النووية

الصناعات النووية هي صناعات خاصة بإنتاج الطاقة سواء كان للأغراض السلمية - مجالات الطاقة والطب والزراعة والصناعة - أو المجالات العسكرية لإنتاج الأسلحة النووية . تعتمد الصناعات النووية بصفة أساس على استخراج وإنتاج عنصر اليورانيوم من الصخور المحتوية له على هيئة كعكة صفراء ومن ثم معالجتها لتصبح وقود نووي .

### ● مركبات الصوديوم والكلور

يدخل عنصر الصوديوم ( Na ) والكلور ( Cl ) في كثير من المركبات الكيميائية ذات الأهمية الاقتصادية ، ومن أهم تلك المركبات كلوريد الصوديوم ( NaCl ) ملح الطعام المعروف ، وكربونات ( Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ) وبيكربونات ( NaHCO<sub>3</sub> ) وهيدروكسيد الصوديوم ( NaOH ) التي تستخدم في صناعات عديدة مثل : المنظفات والمواد الكيميائية والنسيج والورق والزجاج . من جانب آخر هناك مركبات أخرى لها أهمية صناعية أقل مثل كبريتات الصوديوم ( Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ) في صناعة الورق والمنظفات ومزيلات الألوان ومنتجات التصوير ، وهيبوكلوريت الصوديوم ( NaOCl ) المستخدمة كمطهر ومزيل للروائح الكريهة في مياه الصرف

الفسفور (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) والنيتروجين(HNO<sub>3</sub>)،  
أو هيدروجينية مثل حامض كلوريد  
الهيدروجين (HCl) ، وفلوريد الهيدروجين  
( HF ) ، والكبريت ( H<sub>2</sub>S ) .

تصنع الأحماض بطرق تختلف باختلاف أنواعها والمواد الخام لكل نوع ، وهي تستخدم للعديد من الأغراض الحياتية ، فمثلاً تعد صناعة الأسمدة وأحماض البطاريات من أهم صناعات حامض الكبريتيك ، بينما تعد صناعة الأسمدة من أهم الصناعات المعتمدة على حامض النيتروجين ، أما حامض الفسفور فيعتمد عليه في صناعة الأسمدة الفسفورية والمنظفات والأدوية ومعالجة المياه . من جانب آخر يستهلك حامض كلوريد الهيدروجين بصفة أساس في صناعة المواد الكيميائية والصيدلانية والصناعات الغذائية ، بينما يدخل حامض فلوريد الهيدروجين في الحفر على الزجاج ، صناعة الفريون وفلوريدات المعادن وغيرها .

### ● الفسفور

تعد مادة الفلور ابانائت [ 3Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> Ca (FCl)<sub>2</sub> ] من أهم مصادر الفسفور في الطبيعة ، ومن أهم الصناعات المعتمدة على الفسفور صناعة الأسمدة الفوسفاتية ، والمنظفات ، صناعة الأغذية ، صباغة المنسوجات ، الصناعات البترولية ، صناعة الأخشاب ، ومستحضرات التجميل ، صناعة الخزف ، ومعاجين الأسنان .

### ● الأصباغ غير العضوية

الأصباغ غير العضوية عبارة عن جزيئات دقيقة من مركبات معدنية تستخدم كملونات ، وتصنف الأصباغ إلى أصباغ بيضاء مثل ثاني أكسيد التيتانيوم ( TiO<sub>2</sub> ) وكبريتيد الزنك ( ZnS ) ، وأكسيد الزنك ( ZnO ) ، وأصباغ ملونة مثل أكاسيد الحديد الطبيعية والصناعية وأكسيد الكروم ( Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ) ، ومركبات الكاديوم ومركبات البزموت ، ومركبات الكروميت وأسود الكربون .

### ● الجبس

الجبس عبارة عن كبريتات الكالسيوم المائية ( CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O ) ، وهو مادة



# عالم في سطور

**جيمس إدوار روثمان**  
(James E. Rothman)

خالية من الخلايا ، وعلى وجه الخصوص ، فقد تمكن من تمثيل انتقالها بين أقسام أجسام جولجي (Golgi bodies) وسريانها عبر الأغشية ، خطوة بخطوة ، الأمر الذي ساعد كثيراً في تفسير نظم انتقال البروتينات ومعرفة مساراتها الإفرازية داخل الخلية ، وفتح المجال أمام العديد من البحوث المتعلقة بمسارات العناصر والمركبات الخلوية الأخرى .

• الجوائز والتقدير العلمي :

- منحة كلية ييل ، ١٩٧٠م - ١٩٧١م .
- زمالة أندرو و. ميلون ، ١٩٧٩م - ١٩٨٤م .
- منحة مؤسسة دريفوس ، ١٩٨١م - ١٩٨٦م .
- جائزة إيلي ليلي للبحوث الأساس في الكيمياء الأحيائية ، ١٩٨٦م .
- جائزة باسانو للباحثين الشبان ، ١٩٨٦م .
- جائزة الكسندر فون همبولدت ، ١٩٨٩م .
- جائزة هنريتش وايلاند ، ١٩٩٠م .
- عضوية الأكاديمية الأمريكية القومية للعلوم ، ١٩٩٣م .
- جائزة روز انستابل للعلوم الطبية الحيوية ، ١٩٩٤م .
- زمالة الأكاديمية الأمريكية للآداب والعلوم ، ١٩٩٤م .
- جائزة ف. د. ماتيا ، ١٩٩٤م .
- جائزة فرتز ليبمان ، ١٩٩٥م .
- جائزة الملك فيصل العالمية للعلوم ( بالاشتراك ) عام ( ١٤١٦هـ - ١٩٩٦م ) .

المصدر :-

الفائزون بجائزة الملك فيصل العالمية ( ١٤١٦هـ - ١٩٩٦م ) .

• الاسم : جيمس إدوار روثمان

• الجنسية : أمريكي

• تاريخ ومكان الميلاد : ١٩٥٠م ، الولايات المتحدة الأمريكية .

• المؤهلات العلمية :

• بكالوريوس كلية ييل ( العلوم الأساس ) ، الولايات المتحدة الأمريكية ، عام ١٩٧١م .

• درجة الدكتوراه ، قسم الكيمياء الأحيائية ، كلية الطب ، جامعة هارفارد ، ماساشوسيتس ، الولايات المتحدة الأمريكية .

• الوظيفة الحالية :

• أستاذ كرسي بول أ. ماركس ورئيس برنامج كيمياء أحياء الخلية والفيزياء الأحيائية في مختبر روكفلر للبحوث ، مركز سلون كترنج التذكاري لبحوث السرطان ونائب رئيس معهد سلون كترنج ، نيويورك ، الولايات المتحدة الأمريكية .

• أعماله :

- زمالة قسم علم الأحياء في معهد ماساشوسيتس التقني .
- أستاذ مساعد للكيمياء الحيوية في جامعة ستانفورد ، عام ١٩٧٨م .
- أستاذ كرسي الكيمياء الحيوية في جامعة ستانفورد ، عام ١٩٨٤م .
- أستاذ كرسي أ. ر. سكويب للأحياء الجزيئية في جامعة برنستون ، عام ١٩٨٨م .
- أستاذ كرسي بول أ. ماركس في معهد كترنج في نيويورك ، عام ١٩٩١م .
- محاضر في كبرى المراكز العلمية داخل الولايات المتحدة الأمريكية وخارجها .
- عضو في هيئات تحرير العديد من المجلات العلمية المتخصصة ، ورئيس منتدى جوردون للأحياء الجزيئية للأغشية .
- الإنجازات العلمية :

• ابتكار طريقة فريدة لتمثيل الانتقال الخلوي للبروتينات مستخدماً مستخلصات

## • الأسمدة

تعد الأسمدة الفسفورية والنيتروجينية والبوتاسية من أهم الأسمدة غير العضوية حيث أنها الأكثر إنتاجاً . تأتي الأسمدة الفسفورية على شكل سوپر فوسفات ، وثلاثي سوپر فوسفات ، وفوسفات أمونيا ، ويتم الحصول عليها من تفاعل الأحماض غير العضوية وحامض الفسفور مع الفلزات المعدنية . أما الأسمدة النيتروجينية فمن أمثلتها نترات الأمونيوم ، وكبريتات الأمونيوم ، ويتم تصنيعها بواسطة تفاعل الأمونيا مع الأحماض غير العضوية مثل حامض الكبريت وحامض النتريك .

تعد أسمدة كلوريد البوتاسيوم وكبريتات البوتاسيوم ، ونترات البوتاسيوم من أهم الأسمدة البوتاسية ، ويتم صنعها من تفاعل حامض الكبريت أو حامض النتريك أو حامض كلوريد الهيدروجين مع أملاح البوتاسيوم ، أو من تفاعل أملاح البوتاسيوم بعضها مع بعض في وجود الماء .

## • المحفزات

تستخدم المحفزات في العديد من المجالات الصناعية مثل مجالي البترول والصناعات البتروكيميائية بشكل أساس للحصول على مواد كيميائية غير عضوية مثل صناعة النشادر ( Ammonia ) وغاز الاصطناع ، وكذلك للحصول على العديد من المواد الكيميائية العضوية مثل تحويل البنزين إلى نايلون - ٦٦ وغيرها ، وفي إنتاج الوقود الصناعي ( الجازولين من الفحم ) ، وفي تقنية البترول كما في عمليات التكسير الحفزي وإعادة التشكيل الحفزي ، والألكلة والتكسير المهدرج ، والتنقية الهيدروجينية . تصنف المواد المحفزة غير العضوية إلى الأصناف التالية :

- مركبات معدنية وخواصها من الأكاسيد والأملاح وسلفيدات المعادن .
- محفزات معدنية ثنائية الوظيفة ومعقدات غير عضوية ( Inorganic Complexes ) .





تلا ذلك ظهور تقنية نفخ الزجاج بواسطة الفينيقيين في بلاد الشام ، في أواخر القرن الأول قبل الميلاد ، وقد استخدم في هذه التقنية أنبوب حديدي بطول متر ونصف تعلق بأحد طرفيه كتلة من الزجاج المصهور وينفخ النافخ الطرف الآخر ، وعند بداية النفخ داخل الكتلة الزجاجية المصهورة يتشكل الزجاج ، وعندها يقوم النافخ بهز القضيب الحديدي أو لفه ليحصل على الشكل المطلوب . وقد أدى اكتشاف هذه الطريقة إلى عمل تطبيقات جديدة للزجاج يتم فيها صنع قطع جميلة من الزجاج ذات جودة عالية .

وعند نهاية القرن الأول بعد الميلاد بدأت الإمبراطورية الرومانية باستخدام معظم التقنيات الحالية حيث بدأ استخدام الزجاج للنوافذ ، كما بدأ استخدام النقش على الزجاج .

بعد ضعف الإمبراطورية الرومانية أمام الفتوحات الإسلامية ، في القرن الرابع والخامس الميلادي بدأت حرفة صناعة الزجاج تأقل في الغرب ، ولكنها في نفس الوقت بدأت تزدهر في الشرق ، حيث انتشرت هذه الحرفة في أنحاء العالم الإسلامي ، وابتكر المسلمون نماذج جديدة لأوانيهم الزجاجية واستخدموا وسائل حديثة في إنتاجهم حتى تفوقت مصنوعاتهم على مصنوعات الخزف التي

يلعب الزجاج دوراً أساساً في الحياة اليومية للإنسان ، حيث أنه يستخدم في عدد من المجالات الحياتية ، فعلى سبيل المثال يستخدم في المصابيح الكهربائية ، ونوافذ المباني ، والأدوات المنزلية ، وأدوات الزينة وغيرها ، كما يستخدم في التطبيقات العلمية ، كالأدوات المختبرات الكيميائية لكون أنواع منه لا تتأثر بالقواعد أو الأحماض ماعدا حامض فلوريد الهيدروجين ( Hydrofluoric Acid - HF ) ، وفي أجهزة الدراسات الإشعاعية لكونه يسمح برؤية كيفية التعامل مع بعض المواد المشعة دون التعرض لإشعاعاتها ، علاوة على أنه يستخدم في المركبات الفضائية لما يمتاز به من صلابة وتحمل للضغوط العالية للهواء خلال الرحلة ، وكذلك مقاومة للحرارة العالية عند دخول المركبة الغلاف الجوي الأرضي .

ولكن كثير من الدلائل تشير إلى أن المصريين الأوائل وسكان بلاد ما بين النهرين كانوا رواداً في هذه الصناعة حيث اكتشفت قطع زجاجية مصنعة ترجع إلى مصر القديمة في عام ٢٥٠٠ قبل الميلاد ، كما وجدت بعض القطع الزجاجية الصغيرة في بلاد ما بين النهرين والتي يتوقع أن يكون عمرها حوالي أربعة آلاف سنة .

بدأت صناعة الزجاج بمصر على شكل أواني بطريقة سكب طبقة من الزجاج المصهور على قالب رملي ( Sand Core ) ، وبعد تصلب الزجاج يزال هذا القالب ليعطي وعاءاً مجوفاً يمكن تزيينه على شكل رسومات جميلة - حسب الرغبة - بزجاج مطحون يضاف ويضغط على سطح الوعاء الزجاجي عند تصنيعه وهو ساخن .

بجانب هذه الاستخدامات الهائلة والواسعة الانتشار نجد أن تكلفة تصنيع الزجاج رخيصة جداً ، حيث أن المادة الأساس لتصنيعه - الرمل - متوفرة وميسرة بكثرة في الطبيعة ، كما أنه يمتاز عند صهره بسهولة قبولته ونفخه وسبكه ، ويمكن عمل الألياف الزجاجية منه يصل قطرها إلى ٢,٥ × ١٠ - ٦ سم ، وفي الوقت نفسه نجد أنه بالإمكان عمل عدسات زجاجية ومرايا ذات أقطار هائلة مثل مرآة منظار هالي في كليفوردنيا التي يصل قطرها إلى أكثر من خمسة أمتار .

لا أحد يعلم متى وأين تمت أول صناعة للزجاج ، ولكن من المؤكد أنه عثر عليه في صورته الطبيعية حول المناطق البركانية ،



كانت شائعة في ذلك الحين ، فبلغت أوجها في القرنين السادس والسابع الهجري بصنع نماذج من الزجاج المحلل بالذهب والمينا لاستخدامها في المساجد والقصور .



تعتمد جميع تطبيقات الزجاج مختلف الاستخدامات اعتماداً أساساً على خواصه مثل الصلابة ، والشفافية ، والمقاومة للمواد الكيميائية ، والانكسار ، ونفاذيته للضوء ، وكذلك معامل التمدد والمتانة والقوة .

يعد الزجاج من السوائل ذات التجمد الفائق ( Supercooled Liquid ) - رغم أنه يبدو وكأنه مادة صلبة - بل عبارة عن سائل سميك لا يسيل كغيره من السوائل ، ولا يمكن أن يكون الزجاج مادة صلبة لأن جزيئاته غير متبلورة ، - باستثناء زجاج الكريستال - أي أنها ليست مرتبة في نظام بلوري معين حيث من المشاهد أنه يتأثر بشكل شديد عند انكساره ، وذلك مقارنة بالمواد الصلبة كالأحجار الكريمة التي تنكسر على هيئة خطوط وتشققات على أساس شكلها البلوري . ومع هذه العشوائية في الترتيب فإن للزجاج ميلاً للتبلور ، وذلك إذا بلغ من القدم قرناً طويلاً ، أو عند تسخينه لدرجة قريبة من الانصهار .

تعتمد كثافة الزجاج على الأوزان الذرية للمعادن الداخلة في تركيبه ، فعلى سبيل المثال تبلغ كثافة الزجاج من نوع الكوارتز - يتكون بصفة أساس من السيليكا - حوالي ٢٢ جم / سم<sup>٣</sup> ، أما الزجاج عديد المكونات مثل زجاج المرايا فتصل كثافته إلى ٢٥ جم / سم<sup>٣</sup> ، وفي حالات أخرى مثل الزجاج المحتوي على رصاص ، فإن الكثافة تزيد عن ذلك بكثير .

يتميز الزجاج بعزله الجيد للحرارة والكهرباء ، كما أن مقاومته الكهربائية تتناقص بشدة في الأجواء الرطبة وعند درجات الحرارة العالية . فمثلاً تبلغ المقاومة

الكهربائية للزجاج القلوي ( Alkali Glass ) عند درجة حرارة الغرفة فيما بين ١١٠ إلى ١٩١٠ أوم سم ، أما ثابت العزل الكهربائي فيتراوح بين ٥ إلى ٧ للزجاج عديد المكونات ، وما بين ٣٥ إلى ٤ للزجاج السيليكا ( الكوارتز ) .

وللزجاج ثباتية عالية عند استخدامه كأوعية للمواد الكيميائية والمذيبات ، ولكنه يذوب بسرعة شديدة في بعض الأحماض مثل حامض فلوريد الهيدروجين ( Hydrofluoric Acid - HF ) ليكون حامض هيكسافلوروسيليك ( Hexafluorosilic Acid ) .

إضافة لذلك فإن الزجاج يتميز بخواص بصرية عالية ، بسبب أن امتصاصه وعكسه للضوء عاليين ، ويمكن تحسينها ببعض الإضافات . كما أن خواصه الميكانيكية تعد - في معظم الأحيان - قريبة من مواصفات الخزف ، لاتصافه بالقساوة وسهولة الكسر .



يصنع الزجاج بصفة أساس بصهر السيليكا ( SiO<sub>2</sub> ) المكون الرئيس للرمل ، وتختلف نقاوة الرمل المستخدم في صناعة الزجاج حسب لونه من الأبيض إلى الأصفر أو الأحمر ، حيث يعد الرمل الأحمر أرداً هذه الأنواع لإحتوائه على نسب عالية من أكاسيد الحديد والالمنيوم ، لذلك يستعمل في الزجاج المعتم ، أما الرمل الأبيض فهو الأكثر نقاءاً حيث يكاد

ينعدم فيه وجود أكسيد الحديد مما يجعله مناسباً في صناعة الزجاج ذو النقاوة العالية مثل الكريستال والعديد البصرية

وغيرها ، حيث يجب أن تكون نسبة أكاسيد الحديد فيه أقل من ١٪ .

وتختلف مكونات الزجاج حسب غرض الاستخدام إلى ما يلي :-

### • زجاج وحيد المكونة

الزجاج وحيد المكونة ( Single Component ) هو زجاج يحتوي على السيليكا ( الكوارتز ) فقط التي تم صهرها عند درجة حرارة ١٩٨٢ م ، ثم يتم تشكيلها لتعطي أجود أنواع الزجاج على الإطلاق لما يتميز به من صلابة عالية جداً ، وخواص عزل كهربائي ، وثبات في التركيب الكيميائي عند درجة حرارة عالية تصل إلى أكثر من ٢٠٠٠ م .

### • زجاج عديد المكونات

ويشمل هذا النوع جميع الأنواع الأخرى من الزجاج التي تتكون من السيليكا ومكونات أخرى تختلف حسب لون وطبيعة الاستخدام لهذا الزجاج . فعلى سبيل المثال يوضح الجدول ( ١ ) مدى تأثير نسبة أكسيد الحديد على استخدامات الزجاج المختلفة ، ويختلف دور المكونات حسب دور كل منها في صفات الزجاج وذلك كما يلي :

• مساعادات الصهر : وهي مواد يتم مزجها مع السيليكا لتعمل على صهرها عند درجة حرارة أقل من درجة انصهار السيليكا ( ١٩٨٢ م ) ، وتعد كربونات الصوديوم ( Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ) من أهم مساعادات الصهر التي تضاف لمادة

الاستخدام	نسبة المادة (%)	
	أكسيد الحديد (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	السيليكا (SiO <sub>2</sub> )
زجاج الكريستال والزجاج البصري	٠,٠٠٨	٩٩,٧٥
الزجاج عديم اللون (مستخدم بكثرة)	٠,٠١٢	٩٩,٥٠
الألواح والحاويات الزجاجية	٠,٠٢٠	٩٨,٥٠
زجاج النوافذ والأبواب	٠,١٠٠	٩٨,٥٠
الزجاج ذو اللون الأخضر	٠,٣٠٠	٩٧,٥٠
الزجاج ذو اللون البني	١,٠٠٠	٩٧,٥٠

جدول (١) تأثير نسبة أكسيد الحديد على استخدامات الزجاج .



أكثر للحصول على زجاج الرصاص الذي يستخدم بكثرة في البصريات لتسببه في ارتفاع معامل الانكسار وشدة انتشار الضوء فضلاً عن المقاومة الكهربائية العالية، كما يستخدم هذا النوع من الزجاج في إنتاج المصابيح وأنابيب النيون .

• الملونات : وهي أكاسيد ومواد معدنية تضاف بنسب قليلة لعجينة الزجاج لأكسابها لونا معيّنًا ، ومن أمثلة ذلك ما يلي:

- اللون البني الداكن : ويتم بإضافة أكسيد الحديد  $(Fe_2O_3)$  .

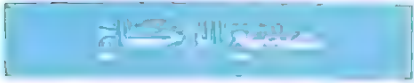
- اللون الأصفر مع سمرة : ويتم بإضافة أكسيد الحديدوز  $(FeO)$  وهو لون قوارير الدواء وبعض المواد الكيميائية .

- اللون الأزرق : ويتم بإضافة أكسيد الكوبالت  $(CoO)$  .

- اللون الأخضر الفاتح : ويتم بإضافة أكسيد الكروم  $(Cr_2O_3)$  .

- اللون الأحمر : ويتم بإضافة أكسيد الكاديوم  $(CdO)$  أو أكسيد النحاس  $(CuO, Cu_2O)$  أو أكسيد الذهب  $(Au_2O_3)$  .

- اللون الأحمر الذهبي : ويتم بإضافة كلوريد الذهب  $(AuCl_3)$  .



تمزج العجينة الزجاجية مع الكسارة الزجاجية في مكائن خلط تشبه مكائن خلط الأسمنت . ثم تنقل إلى فرن خاص كبير - للصهر - يطلق عليه خزان الفرن (Tank Furnace) تصل أبعاده إلى ٩م عرضاً و ٤٦م طولاً . ويتسع إلى أكثر من ألف طن متري من الزجاج المصهور ، تتم الإضافة لهذا الفرن بشكل متسلسل إلى نهاية العمل ، حيث تشكل بركة زجاجية في قاع الفرن . بعد إتمام صهر العجينة فإن الزجاج يبدأ بالظهور ، عندها تزال عنه الفقاعات الهوائية وتقلل الحزوز التي تشوهه .

يعتمد زمن عملية الصهر على نوع الزجاج المصهور والمنتج الذي يصنع من

النسبة %	التركيب
٨٥ - ٧٠	سيليكات
٢٨ - ١٢	أكسيد البورون
نسبة صغيرة	أكسيد الصوديوم

● جدول (٣) مكونات زجاج البوروسيليكات (Borosilicates) .

في إعادة تصنيع الزجاج التالف ( Glass Recycle ) تساعد على تخفيض درجة حرارة الانصهار ، وعادة ما تكون نسبة كسرة الزجاج منخفضة نسبياً بحيث لا تتعدى ١٠٪ ولكنها في بعض الأحيان قد تزيد عن ٥٠٪ لتصل إلى ٨٠٪ في بعض الحالات ، ويشترط في كسرة الزجاج أن تكون من نفس تركيب الزجاج المراد تصنيعه .

وتعد عملية إعادة تصنيع الزجاج من أهم العمليات الاقتصادية ، حيث تخفض في تكلفة الطاقة اللازمة للانصهار ، وتوفر المواد الأساسية في التصنيع ، وتطبق هذه العملية بشكل واسع حيث تشكل ١٥٪ من صناعة القوارير ، و ٢٠ - ٣٠٪ في صناعة المصابيح .

• المعدلات : وهي مواد تضاف لتحسين خواص الزجاج مثل الصلابة ومقاومة الكهرباء والتمدد ودرجات الحرارة العالية ، ومن أمثلة هذه المواد كربونات الكالسيوم التي تم ذكرها سابقاً في صناعة زجاج سيليكات الصودا - جير .

وبجانب ذلك فإن مادة أكسيد البورون - إضافة إلى أنها مادة مساعدة للانصهار - تعد مادة معدلة لصفات الزجاج ، حيث تكسبه خاصية مقاومة للمواد الكيميائية والكهرباء والحرارة .

تعد مركبات الألمنيوم والزنك والرصاص من المواد الشائعة الاستخدام لأكساب الزجاج صفات معينة ، فعلى سبيل المثال تستخدم مادة الألومينا بنسبة ٢٠٪ في بعض أنواع الزجاج المقاوم لدرجات الحرارة العالية وللمواد الكيميائية ، أما أكسيد الرصاص فيضاف بنسبة ١٥٪ أو

النسبة %	التركيب
٧٤ - ٧٠	السيليكا $(SiO_2)$
١٢ - ١٠	كربونات الكالسيوم $(CaCO_3)$
١٦ - ١٣	كربونات الصوديوم $(Na_2CO_3)$

● جدول (٢) نسبة المكونات الرئيسية لزجاج سيليكات الصودا - جير (Soda-Lime Silicate) .

السيليكا لإنتاج الزجاج المائي - سيليكات الصوديوم - والذي له خاصية الذوبان في الماء ، ولكن عند إضافة كربونات الكالسيوم له كمثبت ( Stabilizer ) فإن المنتج يصبح زجاجاً لا يذوب في الماء ، ويمتاز عن الزجاج المائي بأنه أكثر صلابة وتحملًا ، ويطلق على هذا النوع من الزجاج اسم زجاج سيليكات الصودا - جير ( Soda - Lime Silica ) ، وهو من أهم أنواع الزجاج على الإطلاق ، حيث يصنع منه زجاج النوافذ والصفائح والألواح والقوارير والحاويات والمصابيح الكهربائية ويمثل ٩٠٪ من أنواع الزجاج ، وهو بجانب أكسيد الكالسيوم  $(CaO)$  والصوديوم  $(Na_2O)$  يحتوي على أكسيد البوتاسيوم  $(K_2O)$  ، ويوضح الجدول ( ٢ ) المكونات الرئيسية لهذا النوع من الزجاج .

تدخل مادة أكسيد البورون ( Boric Oxide ) كمادة مساعدة لخفض درجة الانصهار ولتخفيف معامل التمدد في الزجاج فضلاً عن أن مقاومتها الكهربائية والحرارية ومقاومتها للمواد الكيميائية تجعلها تستعمل في صنع الزجاجيات الخاصة بالمعامل الكيميائية وبعض الأواني الزجاجية المستخدمة في الأفران والعازلات الكهربائية وزجاج مكائن الغسيل .

ويطلق على هذا النوع من الزجاج زجاج سيليكات البورون ( Boro Silicate Glass ) كما يعرف كذلك بزجاج البايريكس ( Pyrex ) ، ويوضح جدول ( ٣ ) مكونات هذا النوع من الزجاج .

تعد كسرة الزجاج ( Gullet ) من المواد المساعدة للانصهار ، فهي بجانب فائدتها



فإن سطحي الزجاج يكونان مستويين ومتوازيين مع بعضهما أيضاً . وبعد ذلك يمر الشريط الزجاجي على سطح القصدير ليدخل فرن التلدين ويقطع بعد ذلك بأجهزة آلية .

تمتاز الألواح الزجاجية الناتجة بهذه الطريقة بسطوحها المستوية والمتوازية تماماً دون اخضاعها إلى عمليات تنعيم وصقل . وينتج عن هذه الطريقة الواحاً بسماكة ٢ مم و ٦ مم .

### • زجاج القوارير

تعتمد الطريقة القديمة لصناعة القوارير على طريقة النفخ بالقلم في القالب بإستعمال ماسورة نفخ مصنوعة من الحديد لإنتاج القوارير الزجاجية .

أما الطرق الحديثة فتعتمد على سحب المصهور الزجاجي إلى القالب ثم قطعه عن المصهور وإرسال الهواء إلى داخل القالب يشكل الهيكل المطلوب . ومن الطرق الحديثة الأخرى ضغط المصهور الزجاجي بكميات محدودة إلى القالب الذي يتألف من قسمين خارجي وداخلي متحرك .

### • الأنابيب والقضبان الزجاجية

تصنع الأنابيب والقضبان حديثاً بطرق آلية يتم فيها صهر الزجاج في فرن

عرض لوح الزجاج بهذه الطريقة من حوالي ٢-٣ متراً وتبلغ سرعة سحب الزجاج - سماكة ( ٣ مم ) - بحدود ١٠٠-١١٠ متر/ساعة .

\* طريقة ليبي : ويتم فيها سحب الألواح الزجاجية بدون استخدام الحجر الخزفي ، وتعتمد الطريقة على ادخال شبك من الحديد إلى المصهور الزجاجي ، وذلك على ارتفاع يتراوح من ٦٠-٦٥ سم ثم يثنى اللوح الزجاجي بتسليط لهب قوي عليه ، ثم يمرر في مجموعة من الاسطوانات التي تعمل كفرن تبريد .

### \* طريقة الزجاج العائم

( Float Glass Process ) : وهي أحدث

طريقة حيث حلت محل الطرق السابقة ، ويتم فيها صهر الزجاج في حوض الفرن وينقل منه بطريقة السحب الأفقي ، فيمر الشريط الزجاجي بين زوج من الاسطوانات ، ثم على حوض من القصدير المصهور ، شكل ( ١ ) ، وبما أن كثافة الزجاج أقل من كثافة مصهور القصدير فسيغوص الزجاج على سطح مصهور القصدير . يسخن سطح الزجاج غير الملامس للقصدير لصقله بالنار للحصول على سطحين مستويين ومتوازيين تماماً ، ولما كان سطح مصهور القصدير مستوياً

الزجاج . فقد تأخذ العملية ٣٦ ساعة بين بداية الصهر إلى نهاية العمل بالفرن .

بعد ذلك ينقل الزجاج المنصهر إلى فرن تغذية مبطن بطوب حراري يتحمل درجات الحرارة العالية جداً . يزود فرن التغذية بجهاز يعمل على تدفق الزجاج المصهور إلى أجهزة القولة إما بشكل مستمر أو على شكل وحدات يطلق على الواحدة منها لقيم السد ( Gobbing Feeder ) حيث تحتوي كل وحدة على زجاج يكفي لإنتاج المنتج المعين ، بعدها يتم الانتقال للوحدة التي تليها وهكذا .

### تختلف قولة الزجاج حسب نوع المنتج

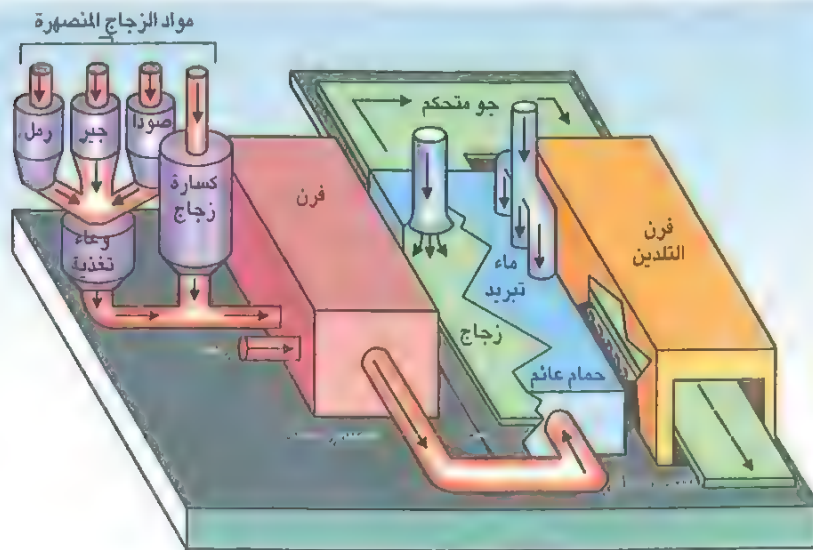
وذلك كما يلي :

### • الزجاج المسطح

توجد عدة طرق لقولة الزجاج المسطح (الألواح الزجاجية) من أهمها :-

\* طريقة فوركاوالت : وتسمى أيضاً طريقة السحب الرأسي ، ويتم فيها سحب الزجاج عمودياً نحو الأعلى من خلال شق في حجر خزفي مقاوم للحرارة بعرض لوح الزجاج المطلوب ، ويضغط مصهور الزجاج بمكابس حيث يجبر للصعود من خلال الشق نحو الأعلى بواسطة شبك معدني إلى الاسطوانات التي تدور باتجاهين متعاكسين ، وعندما يصل الشبك إلى الاسطوانتين الأولى يفصل الشبك المعدني عن اللوح الزجاجي حيث يستمر الأخير بالصعود لمسافة ١٠ أمتار ثم يقطع اللوح الزجاجي الناتج بالمقاسات المطلوبة ، ويبلغ عرض اللوح الزجاجي في هذه الطريقة بحدود ١٥-٢٠ متر وبسمك ٧-١٥ مم بينما تبلغ سرعة سحب الزجاج بحدود ٩٥ متر/ساعة .

\* طريقة بيتسبورغ : ويتم فيها سحب الزجاج بواسطة شق في حجر خزفي مغمر في المصهور الزجاجي وليس على سطحه كما في الطريقة السابقة ، ويتراوح



• شكل (١) مخطط صناعة الزجاج المسطح بطريقة الزجاج العائم.



معالجة الزجاج بأبخرة حامضية .  
ويستخدم هذا الزجاج في صناعة المصابيح  
المظلة .

### ● زجاج ليس

يُصنَّع من زجاج ليس ( Lace ) فازات  
مع خيوط من الزجاج الأبيض غير الشفاف  
بحيث يشكل نماذج على شكل لولب  
حلزوني على الفازات .

### ● زجاج ريلدوم

يعد زجاج ريلدوم ( Reeldom ) من  
أفضل الزجاج المعروف في العالم اليوم  
حيث أنه نوع جديد من الزجاج الملون  
بظلال من اللون الأخضر والرصاصي  
والأزرق والأرجواني والأصفر ،  
وتصنعه شركة رويال ريلدوم  
( Royal Reeldom ) الهولندية .

### ● زجاج أوبال أو الحليبي

زجاج أوبال أو الحليبي ( Opal Or Milk )  
عبارة عن زجاج أبيض غير شفاف صنع  
أصلاً في فينيسيا ( Venice ) قبل عام  
١٥٠٠م وفي فلورنسا ( Florence ) ما بين



● احد انواع زجاج الديكور .

### ● الزجاج الكهرماني

هو زجاج ذو اللون ممزوجة بين  
الاصفر والاحمر بحيث يكون الجزء الأسفل  
منه ذو لون مصفر كهرماني ( Amberina ) ،  
يندمج في لون ياقوتي محمر في الجزء  
الأعلى منه . سجلت براءة اختراعه عام  
١٨٨٢م لشركة نيو انجلاند للزجاج في  
الولايات المتحدة ، وأنتج بكثرة خلال عام  
١٨٩٠م . يصنع منه الكثير من الطاولات  
والحلي المطعمة بالأماس .

### ● زجاج باكرت ( Baccart )

أول ما أنتج في مدينة باكرت ( Amberina )  
الفرنسية في بيت لصنع الزجاج في عام  
١٧٦٥م . وأصبح هذا النوع في عام  
١٨٠٠م ، من أفضل أنواع الزجاج المقطوع  
في أوروبا . وبعد عرضه في معارض باريس  
في عام ١٩٢٥م ، أصبح يستخدم في  
الكثير من أعمال الديكور .

### ● زجاج دوم

وهو من أهم أنواع الكريستال الحديث ،  
وقد أنتج بواسطة شركة ( Daum )  
الفرنسية ، ويستخدم عادة في أوعية  
الكريستال النقية والفازات والمصابيح وفي  
فن النحت .

### ● زجاج جالي

يعد زجاج جالي من الأنواع الحديثة  
للزجاج ، وقد صنع في أواخر القرن التاسع  
عشر وبداية القرن العشرين بواسطة  
شركة جالي ( Frenchman Mile Galle ) ،  
ومعظم هذا النوع من الزجاج غير شفاف  
ولكنه يبعث ألواناً عميقة . ويستخدم في  
أوعية الديكور كالفازات والورود والفواكه  
الصناعية ، وغالباً ما تستخدم منه قطع في  
التصاميم البنائية .

### ● زجاج ساتاني أطلس

يستخدم زجاج ساتاني أطلسي ( Satin )  
في أعمال الديكور مع خليط معدني خامل ،  
وذلك بغمر الزجاج في حامض أو بواسطة



● القولية بالنفخ إحدى الطرق القديمة  
لصناعة القوارير .

حوضي ثم يؤخذ شريط زجاجي من الفرن  
بواسطة أنبوب مجوف دوار مصنوع من  
الطوب الحراري . ويبدأ السحب من  
الأنبوب بشكل يدوي وعلى بعد ٢٥متراً  
بمسك القضيب بواسطة زوج من الأحزمة  
المغطاة بعازل ، وبعد أن يخرج القضيب من  
الأحزمة يقطع إلى الأطوال المطلوبة .

أما الأنابيب فتصنع بنفخ الهواء  
بالأنبوب المجوف . حيث يحدد القطر  
الداخلي والخارجي في الأنبوب بواسطة  
التحكم في ضغط الهواء المستخدم وسرعة  
السحب .

## انواع الزجاج

مرت صناعة الزجاج بعدة مراحل تم  
فيها تصنيع عدة أنواع منها تختلف  
باختلاف الحقب التاريخية التي صنعت  
أثناءها وكذلك باختلاف المنطقة التي  
صنعت فيها ، ومن أشهر أنواع الزجاج ما  
يلي :



عام ١٥٧٥م إلى ١٥٨٧م، وكان يصنع بشكل محدود في شمال أوروبا وقليل منه في ألمانيا في القرن السابع عشر. أما في القرن الثامن عشر فإن بعض زجاج أوبال أنتج في بريطانيا. ويستخدم بكثرة لصنع بعض أدوات الطاولة وتزيينها خاصة لتغطية بعض الصحون لخرقتها.

### ● زجاج أوريفورز

أنتج في القرن العشرين من قبل صانعي الزجاج في مدينة أوريفورز ( Orrefors ) بالسويد، ويبدو هذا الزجاج وكأن هناك سائل محبوس فيه.

### ● زجاج ساندويتش

هو زجاج قابل للنفخ والقولبة والنقش، أنتج بواسطة شركة بوسطن وساندويتش ( Boston & Sandwich ) بأمريكا، ويعد من أشهر أنواع الزجاج المضغوط حيث ينتج بقولبة خاصة، وهو يشبه زجاج باكارت المضغوط، يستخدم هذا الزجاج بكثرة في المصابيح والفازات.

### ● زجاج فاريل

أنتج زجاج فاريل ( Tiffany Farnile ) بواسطة لويس تيفاني خلال الفترة من عام ١٨٩٣م - ١٩٢٣م في أمريكا، وهذا النوع من الزجاج يكون متقزح اللون مصحوباً بمزيج ذو لون برونزي مع مادة أخرى لإنتاج عدة ألوان شديدة من الأزرق الشديد إلى الأرجواني، ومن الأصفر الذهبي إلى الأخضر، ويتميز بأن سطوحه ناعمة جداً.

### ● زجاج فورد

أنتج زجاج فورد ( Water Ford ) في مدينة في إيرلندا عام ١٧٢٩م - ١٨٥١م، ومن ١٩٥١م إلى وقتنا الحاضر، اكتسب هذا النوع شهرة عالمية بسبب استخداماته كجدران سمكية ولماعة. كان يصنع منه في البداية الزجاج المدخن ذو اللون الرصاصي اللامع، ولكنه بدأ يتراجع بإنتاج الكريستال

الصافي بعد عام ١٩٨٠م، ويستخدم هذا الزجاج بصفة أساس في صناعة مصابيح الجدران والفازات وحوامل المصابيح الجدران.



تستورد المملكة مختلف أنواع الزجاج لتلبية الحاجات الضرورية على مختلف أشكالها العمرانية والصناعية والصحية والعلمية، حيث بلغ ما استوردته المملكة في عام ١٩٩٤م ما مجموعه ٢٦٤١٨٤ طن وذلك بتكلفة تزيد عن خمسمائة مليون ريال ( ٥٢٩,٣١٩,٠٠٠ ريال ).

تتوفر المادة الأساس لصناعة الزجاج - الرمل - بكثرة في المملكة، حيث تنتشر صحاري شاسعة في الشمال والشرق والجنوب من المملكة والتي يصل سماكة بعض مناطقها الرملية إلى ٦٥٠ - ٨٥٠ م. ومن أشهر هذه الصحاري صحراء النفود الكبرى ( ٦٥,٠٠٠ كم ٢ )، وصحراء الدهناء ( ٤٠,٧٨٩ كم ٢ ) وصحراء الربع الخالي ( ٦٠٠,٠٠٠ كم ٢ ) وتأخذ هذه الرمال الألوان الأبيض والأصفر والأحمر وهي تتواجد حسب التوزيع التالي :-

### ● المنطقة الوسطى

تتخصص الرمال التي تصلح لصناعة الزجاج بصفة أساس في شرق مدينة الرياض، وذلك على جبل برمة وجبال الدغم والتي تبعد عن ٤٠ كم شرق الرياض، والتي تعد مصدراً كبيراً جداً للرمل الأبيض. فمثلاً تبلغ مساحة رمل جبل برمة ٢ كم ٥ وبسماكة في حدود ١٥ م مما يعطي حجم هذه الرمال في حدود ٧٥ مليون م ٣. ويحتوي هذا الرمل على

نسبة قليلة من الحديد ( ٠,٠٦ ٪ ) الكروم ( ٦ ) أجزاء من المليون )، وهي نسب مقبولة

لتصنيع الزجاج، ومن عيوب هذا الرمل انخفاض نسبة السيليكا ( ٩٦,٨٩ ٪ ) مما يجعله غير مفضل لصناعة الزجاج الكريستالي. أما جبال الدغم فتقع على مساحة ٨ كم ٢ وبسماكة رملية ١٣ م، معطية حجماً رملياً بحدود ١٠٠ مليون متر مكعب. وتبلغ نسبة أكسيد الحديد في هذه الرمال ( ٠,٠٧ ٪ ) والكروم ( ١٦ جزء من المليون ) والسيليكا ( ٩٧,٨٨ ٪ ) وجميع هذه النسب مقبولة لتصنيع الزجاج. وفي كلا الموقعين توجد أماكن تصل نسبة السيليكا إلى نسب عالية ( ٩٩,٤١ - ٩٩,١٥ ٪ )، حيث تصل الكميات الرملية الجيدة لتصنيع الزجاج إلى ١٠ مليون م ٣ في جبل برمة، ١٩ مليون م ٣ في جبال الدغم، و ٣٠ مليون م ٣ فيما بين المنطقتين، وأكثر من ١٠ مليون م ٣ فيما بين جبال الدغم وخشم الدغم، ويمكن زيادة نسبة السيليكا في هذه المناطق لإنتاج زجاج عالي الجودة عن طريق غسل هذه الرمال. إضافة لذلك توجد في بريدة من منطقة القصيم أماكن رملية محتوية على نسب عالية من السيليكا جيدة لتصنيع الزجاج. كما توجد أماكن أخرى تبعد ٥٠ - ٦٠ كم جنوب غرب بريدة وشمال الرياض الخبزي تحتوي على رمال ذات نسبة عالية من السيليكا ( ٩٥ - ٩٧ ٪ )، مع قليل من الألومينا ( ٠,٦٢ - ٠,٢٠ ٪ ) ونسبة حديد مقبولة لتصنيع زجاج قليل الجودة مثل زجاج الشبابيك. كما توجد عدة أماكن تقع فيما بين ٣٥ - ٨٠ كم شمال غرب وجنوب غرب مدينة بريدة، محتوية على نسبة عالية من السيليكا تصل إلى ٩٤ - ٩٩,٧٩ ٪ ونسبة أكسيد الحديد فيما بين ٠,٢ ٪ مما يسمح بصناعة الزجاج

المجموع		إعادة التصدير		الصادرات	
القيمة (الف ريال)	الوزن (بالتن)	القيمة (الف ريال)	الوزن (بالتن)	القيمة (الف ريال)	الوزن (بالتن)
٢٧٧٢٠	١٦٥٣٨	٣٠٩٥	١١٤٤	٢٤٦٢٦	١٥٣٩٤

جدول (٤) تصدير وإعادة تصدير الزجاج بالمملكة (١٩٩٤م).



# التدخين وفقدان البصر

وللتدليل على هذا الرأي قام كريستين وزملاؤه بدراسة كبيرة منذ عام ١٩٨٢م شملت أطباء تتراوح أعمارهم ما بين ٤٠ إلى ٨٤ سنة. واعتماداً على السجلات المرضية والاستبانات المستفيضة عن حالات المدخنين وغير المدخنين لهؤلاء الأطباء أمكن اثبات وجود ٢٦٨ حالة من المرض المذكور. وبفحص تلك الحالات اتضح أن الذين يدخنون أكثر من علبتين من الدخان في اليوم عرضوا أنفسهم لمخاطر هذا المرض بمعدل ٢,٥ ضعف غير المدخنين، وأنه كلما زادت مدة التدخين زادت مخاطر تعرضهم للمرض.

من جانب آخر توصلت دراسة شملت ٣١٨٤٢ من النساء العاملات في حقل التمريض - أعمارهن بين ٥٠ إلى ٥٩ عاماً - إلى نفس النتيجة التي توصل إليها كريستين وزملاؤه. حيث أوضحت تلك الدراسة التي قامت بها جوهانا سيدون (Gohana M Seddon) إلى أن النساء المدخنات - بواقع علبتين من الدخان في اليوم - تعرضن للمرض بمعدل ٣,٤ ضعف النساء اللاتي لم يسبق لهن التدخين.

وتضيف سيدون أن النساء اللاتي اخترن عدم التدخين يمكن أن يتفادين خطر الإصابة بالمرض بنسبة أكثر من ٥٠٪.

ويذكر رونالد كلين وبربارا كلين (Ronald Klein & Barbra Klein) من جامعة ويسكونسن للطب بالولايات المتحدة الأمريكية أن شعار عدم التدخين يمكنه - بجانب قوائده الصحية الأخرى - الحد من مخاطر فقدان البصر عالمياً خلال السنين القادمة.

\* المصدر

Science News, Vol 150, Oct 1996, P 231

يبدو أن المضار الصحية للتدخين قد تمتد لتشمل أيضاً فقدان المدخن لنعمة البصر التي أنعم الله بها على الإنسان بجانب نعمه الكثيرة التي لا تحصى، فقد أشارت دراستان حديثتان أن الذين يدخنون بكثرة - أكثر من علبتين من الدخان في اليوم - لفترة طويلة يعرضون أنفسهم لمخاطر مرض في شبكية العين - يسمى مرض بقعة الشبكية المرتبط بالعمر (Age-related Macular Degeneration-AMD) يؤدي بهم إلى فقدان الإبصار.

ويبلغ معدل تعرض المدخنين لهذا المرض (AMD) أكثر من ضعفي الأشخاص الذين لا يدخنون.

وقد أظهرت دراسات حديثة أن المرض المذكور يعد من أكثر الأمراض تسبباً في فقدان الإبصار للأشخاص الذين يزيد عمرهم عن ٦٥ عاماً، وهو مرض يشكو منه حوالي ١,٧ مليون في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها.

ويذكر وليم كريستين (William G Christen) من جامعة هارفارد للطب في بوسطن - ضمن دراسة له على ٢١١٥٧ طبيباً - أن هذا المرض يؤثر على النشاط اليومي للمصابين به بحيث يعانون - على سبيل المثال - من عدم مقدرتهم على القيادة والقراءة وحتى مشاهدة التلفزيون.

ويقول أطباء العيون أن الأسباب الحقيقية لهذا المرض غير معلومة على وجه الدقة، إلا أن هناك أبحاث سابقة أشارت إلى أن نقص المواد المضادة للأكسدة (Antioxidants) مثل الزنك وفيتامين هـ (Vitamin E) وبيتاكاروتين، أو انخفاض سريان الدم في الشبكية قد يكونان من الأسباب الرئيسة له، وفي هذا الخصوص يرى كريستين أن التدخين يعمل على تخفيض نسبة المواد المضادة للأكسدة ويعطل سريان الدم، وعليه فإنه يزيد كثيراً من مخاطر الإصابة بهذا المرض.

ذو اللون البني والأخضر.

## ● المنطقة الشمالية

توجد مواقع حول دومة الجندل وسكاكا تحتوي على رمال بيضاء غنية بالسيليكا (٩٦٣-٩٩٨٪) تصلح لصناعة الزجاج، كما أن المعالجة الصناعية لهذه الرمال يزيد من قابليتها لصناعة زجاج عالي النقاوة. كما توجد أماكن أخرى من المناطق الشمالية تشتمل على رمال نسبة السيليكا متفاوتة مثل منطقة طريق تبوك (السيليكا ٩٥٦-٩٩٠٪)، منطقة حائل (السيليكا ٧٦-٩٤٪) كما توجد بعض الجبال - تبعد ٣٠-٥٠ كم شمال حائل - التي تشتمل على نسب جيدة من السيليكا (٩٦-٩٧٪) ونسب منخفضة من أكاسيد الحديد (٠,٤-٠,٦٪) والكروم (٢ ج.م.م.).

## ● المنطقة الجنوبية

توجد بعض المواقع شرق الأثنين على شرق هضبة خميس مشيط محتوية على رمال ذات نسبة سيليكا منخفضة (٩٢-٩٥٪).

ونتيجة لهذه الوفرة من الرمال فقد شجعت حكومة المملكة القطاع الخاص في الخوض بهذه الصناعة، حيث توجد الآن عدة مصانع في المملكة، ويوجد في مدينة الرياض فقط تسعة مصانع للزجاج تنتج أنواعاً مختلفة من الزجاج مثل زجاج السيارات، وزجاج مقاوم للرصاص، وحبوبات زجاجية، وزجاج أمان مقوى، وزجاج واجهات المباني، وزجاج عزل مزدوج، وعاكس ملون، والزجاج الشفاف ومرآيا وقوارير زجاجية. حيث تم تصدير الكثير من هذه المواد إلى دول مجلس التعاون الخليجي وإلى بقية دول العالم والتي شملت أوروبا وآسيا وأمريكا. ويوضح جدول (٤) الكميات المصدرة أو المعاد تصديرها من المملكة لعام ١٩٩٤م.



تصنع الاليف المعدنية العازلة من صهارات سيليكات ذات تركيب مختلف عن تركيب الصهارات التي تصنع منها الاليف الزجاجية ، ويتم تحويل الصهارة إلى اليف معدنية بواسطة غزلها عند درجات حرارة منخفضة مقارنة بصهارة الاليف الزجاجية ، حيث تحتوي الاليف المنتجة على زجاج لابلوري بأقطار تتراوح من ١-٢ ميكرونات وأطوال مابين سنتيمتر واحد إلى بضع ديسيمترات حسب طريقة التصنيع والمواد الأولية المستخدمة .

### ● طريقة التصنيع

تتم صناعة الاليف المعدنية العازلة بوجه عام من خلال الخطوات التالية :-

\* **المواد الخام :-** تختلف حسب نوع الاليف المراد صنعها كما تحدد نسبها حسب نسبة رافعات اللزوجة مثل السيليكات والالومينا وخافضات اللزوجة مثل المواد القلوية وأكاسيد الحديد والمنجنيز والبوتاسيوم ، وهي كما يلي :-

- **الصوف الزجاجي :-** لا تختلف المواد الخام اللازمة لصناعاته كثيراً عن مواد تصنيع الزجاج ، وهي تشمل الرمل ، والحجر الجيري ، والدولوميت ، والفلسبار ، والكاولين ، وأكسيد الالومينوم ، وكربونات الصوديوم ، وكبريتات الصوديوم ، وكربونات البوتاسيوم ، ومركبات البورون المعدنية .

- **الصوف الصخري :-** تشمل المواد الخام لصناعات الصخور الرسوبية أو المنصهرة - مثل الطين ( Clay ) ، الطين الجيري أو البازلت - مع كميات قليلة من مواد مساعدة للصهر مثل الكلس والدولوميت .

- **صوف الخبث المعدني :-** ينتج بخلط صهير السيليكات مع صهير خبث المعادن مثل بقايا صهير الحديد والمعادن الأخرى إضافة إلى مواد معدنية أخرى .

- **صوف الخزف :-** تشمل المواد الخام اللازمة لصناعاته الكاولين والسيانيت (  $Al_2 SiO_5$  ) والالومينا والكوارتز والزيروكون .

\* **الصهر :-** يتم عند درجة ١٢٠٠ - ١٦٠٠ م في أفران صهر كهربائية - أو أفران قوس كهربائي - يكون فيها وعاء الصهر على شكل متوازي مستطيلات يدخل فيه مزيج



تطلق عبارة ألياف غير عضوية على الشعيرات المصنوعة من الفلزات والتي يقل سطح مقطعها عن ٠,٠٥ مم، وتجاوز نسبة طولها إلى نصف قطرها ١٠:١، وتستخدم الاليف غير العضوية في مجالات صناعية عدة منها على سبيل المثال مجالات التقوية ، والعزل الحراري عند درجات حرارة متوسطة وعالية ، والعزل الكهربائي وترشيح الهواء ، والاتصالات .

يتناول هذا المقال الاليف السيليكونية ، أما الاليف غير السيليكونية فسيتم تناولها في عدد قادم بإذن الله تعالى .

### الاليف المعدنية العازلة

الاليف المعدنية العازلة ( Mineral Fiber Insulating materials ) عبارة عن ألياف زجاجية تضاف إليها مواد معدنية . وتختلف هذه الاليف عن الاليف النسيجية والاليف البصرية بأنها ألياف تقل فيها نسبة السيليكات وتزيد فيها نسبة المعادن الأخرى ، جدول ( ٢ ) ، وتعد الاليف الزجاجية والخزفية وألياف الخبث المعدني من أهم الاليف المعدنية العازلة في الوقت الحاضر . وهي تصنع على شكل صوف معدني ، ولذلك يطلق عليها في بعض الأحيان اسم الالصوف المعدنية .

تختلف الخواص الفيزيائية للاليف باختلاف نوعها ومجال استخدامها ، فعلى سبيل المثال تتصف الاليف المستخدمة في صناعة المواد العازلة بمقاومتها للاحتراق ، وناقلية حرارية منخفضة ، كما تتصف الاليف المستخدمة في العزل - عند درجات حرارة مرتفعة - بمقاومة جيدة للتغيرات الحرارية المفاجئة وثباتية حرارية مرتفعة . أما الاليف المستخدمة في التقوية فتكون ذات مقاومة عالية للشد ، ومعاملات مرونة مرتفعة ، وكثافة نوعية منخفضة ، جدول ( ١ ) .

تختلف أنواع الاليف غير العضوية حسب نوع الاستخدام والمادة التي تدخل في تصنيعها ، فهي إما سيليكونية أو غير سيليكونية .



## الألياف غير العضوية

الأرضية ويثبت بالقرب منها منفاخ للغاز (Gas Jet) الساخن، فيؤدي ذلك إلى تحويل المصهور إلى ألياف رقيقة جداً.

### ● الاستخدامات

تستخدم الألياف المعدنية العازلة بشكل أساس في صناعة مواد العزل الصوتي والعزل الحراري والوقاية من الحرائق.

وعند اختيارها في هذه المجالات يجب معرفة حدود درجة الحرارة الأعلى المتوقعة في مجال الاستخدام حيث أن لكل نوع من الألياف المعدنية العازلة حدود معينة لدرجة حرارة الاستخدام، فمثلاً يجب أن تكون تلك الحدود من ٣٥٠ - ٤٥٠ م في حالة استخدام الصوف الزجاجي، و ٧٠٠ - ٧٥٠ م للصوف الصخري وصوف الخبث المعدني، أما في حالة ألياف الخزف فقد تصل درجة الحرارة في حدود ١٢٥٠ م.

ومما يجدر ذكره أنه في حالات العزل الحراري عند درجات حرارة عالية جداً يمكن استخدام أنظمة مركبة من الألياف معدنية متنوعة، فمثلاً تستخدم الألياف الخزف أو ألياف أكسيد الألومنيوم للعزل في الجانب الساخن، بينما يستخدم في الجانب البارد ألياف الصوف الصخري، وذلك لتقليل استهلاك ألياف الخزف الغالية الثمن، ولهذا السبب يعد الصوف الزجاجي والصخري وصوف خبث المعادن أكثر استخداماً في مجال العزل الحراري. ومن هذه الأنواع الثلاثة من الأصواف (الزجاجي، الصخري، الخزفي) يفضل استخدام الصوف الزجاجي بسبب كثافته المنخفضة نسبياً.

تستخدم منتجات الصوف المعدني للعزل في الحالات التي تتطلب الوقاية من

الصوف المعدني المكون	زجاجي	صخري	خبث معدني	خزفي
SiO <sub>2</sub>	٦٥.٠	٤٣.٥	٤٠.٦	٥٢.٩
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	٣.٥	١٢.٤	١٢.٥	٤٥.١
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	٥.٠	-	-	٠.٠٨
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /FeO	٠.٥	١٤.٠	١.٠	٠.١
CaO	١٤.٠	١٠.٨	٣٧.٥	-
MgO	٣.٠	١٠.٠	٥.٠	-
TiO <sub>2</sub>	-	٢.٠	٠.٤	١.٧
CaS/S	-	-	١.٥	-
K <sub>2</sub> O	٨.٠	١.٤	٠.٣	-
Na <sub>2</sub> O	٠.٥	٢.٥	١.٥	٠.٢

● جدول (٢) مكونات الأصواف المعدنية المختلفة (% وزناً)

الاستخدام	الخواص الفيزيائية	الألياف المستخدمة
١ - تقوية : - المواد البلاستيكية - حبال الاطارات	مقاومة شد عالية ، معاملات مرونة مرتفعة ، كثافة منخفضة ثباتية تجاه تغيرات الجهد الميكانيكي	اسبستوس ، زجاج ، كربون ، كبريتيد السيليكون ، البورون ، أكسيد الألومنيوم ألياف فولاذ ، ألياف معدنية قصيرة جداً
٢ - عزل حراري ومقاومة للحريق : - عوازل حرارة وبرودة للابنية - موانع حريق - عوازل حرارية لوحات حرارة مرتفعة	ناقلية حرارية منخفضة مقاومة عالية للحرارة ، غير قابلة للاحتراق تحمل لدرجات حرارة عالية	صوف زجاجي سيليكات الألومنيوم ، أكسيد الزركونيوم
٣ - استخدامات أخرى : - مقاومة الاحتكاك ومنع التسرب - مقاومة الأسمنت - مقاومة الشحذات الاستاتية - ترشيح غاز ساخن - انتقال الضوء - فتل	قوة انضغاط ، ثبات حراري ، ومقاومة للحك ، مرونة التشكل مقاومة كيميائية للأسمنت ، ثبات ميكانيكي ناقلة كهربائية ثبات كيميائي نقاوة عالية نقطة انصهار مرتفعة ، ثبات ميكانيكية عالية	اسبستوس ، زجاج ، فولاذ اسبستوس ، زجاج ، مقاومة للأسمنت ، فولاذ ألياف معدنية ألياف الأكاسيد أنواع خاصة من الألياف الزجاجية التنجستن

● جدول (١) مجالات استخدام الألياف غير العضوية

المصهور من تلك القاعدة يتم جدله إلى ألياف بقطر ١٢ - ٣٠ ميكرون وطول ١٠٠ - ٦٠٠ مم، وهناك طرق أخرى يتم فيها تدفق المصهور من خلال قرص خزفي مسخن بوساطة الغاز بطريقة محورية.

من جانب آخر يمكن الحصول على ألياف بمواصفات دقيقة - قطرها ٢ - ١٠ ميكرون وطولها ١٥ مم - بوساطة عملية الطرد المركزي التسلسلية ( Cascade Centrifugal Process ) - طريقة تستخدم في الوقت الحالي بكثرة لإنتاج الصوف الصخري وصوف الخبث المعدني - يتدفق فيها المصهور من خلال قرص أو ثلاثة أقراص تدور أفقياً لينتقل بسرعة متزايدة من قرص لآخر إلى الخارج حيث يتم جدله إلى ألياف.

● النفخ :- يتم فيها إسالة المصهور المعدني من خلال فتحات التغذية بفعل الجاذبية

المواد الخام من أحد جانبيه ويخرج على شكل مصهور من الجانب الآخر. وفي حالة الألياف الصخرية والألياف الخبث المعدني يمكن استخدام أفران صهر مبردة بالماء يبلغ ارتفاعها بضعة أمتار ومجهزة بعمود تحريك يصل عرضه إلى متر واحد، حيث تضاف المواد الخام بالتناوب مع فحم الكوك، ويسحب الحديد المعدني المتشكل من المواد الخام المحتوية على الحديد من الأفران على فترات منتظمة.

● تشكيل الألياف :- تأتي على مراحل ثلاث تبدأ بسحب المصهور، ثم عمليتي الطرد المركزي والنفخ. وتعد عملية السحب أقل أهمية في الوقت الحاضر، حيث يمكن دمجها مع عملية الطرد المركزي، ويتم فيها قذف المصهور من خلال فتحات في قاعدة دائرية تدور بسرعة عالية، وعند خروج



النوع	A	C	D	E	R	AR
SiO <sub>2</sub>	٧٢,٥	٦٥,٠	٧٤,٠	٥٤,٥	٦٠,٠	٧١,٠
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	١,٥	٤,٠	-	١٤,٥	٢٥,٥	١,٥
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	١,٥	٤,٠	٠,٢	٠,٥	٠,٣	-
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	٠,٥	٢٢,٥	٧,٥	-	-
CaO	٩,٠	١٤,٠	٠,٥	١٧,٠	٩,٠	-
MgO	٣,٥	٣,٠	٠,٢	٤,٥	٦,٠	-
Na <sub>2</sub> O	١٣,٠	٠,٥	١,٣	٠,٨	٠,٤	١١,٠
K <sub>2</sub> O	-	٨,٠	١,٥	٨,٠	٠,١	-
BaO	-	١,٠	-	-	-	-
TiO <sub>2</sub>	-	-	-	٠,١	٠,٢	-
ZrO <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	١٦,٠
LuI	-	-	-	-	-	١,٠

● جدول (٣) التركيبات النموذجية (% وزناً) لأهم أنواع الألياف الزجاجية النسيجية

شكل حبل مجذول ، يلي ذلك طلاء الشعيرات بمادة غروية للحفاظ على سطحها من الخدش ، ولإعطائها قوة ارتباط جيدة بين الشعيرات والمواد البلاستيكية المراد تنقيتها .

تأتي المادة الغروية المستخدمة في طلاء الشعيرات على شكل معلق ( Suspension ) مائي يحتوي على المواد التالية :-

\* مواد مشكلة للطبقة الرقيقة :- عبارة عن بوليمرات عضوية - مثل بولي خلاث الفينيل ، بولي استرات ، أيبوكسيدات ، بولي أكريلات - تساعد على حماية الليف أثناء التصنيع وربط الشعيرات بعضها مع بعض عند تشكل الحبال المجذولة .

\* منشطات الالتصاق :- مواد تعمل على تحسين الخواص الميكانيكية للألياف المستخدمة في تقسية البوليمرات عن طريق تشكيل رابطة كيميائية مع كل من مجموعات الهيدروكسي السطحية للألياف الزجاجية وبنية البوليمر ، ومن أمثلة منشطات الالتصاق مركب ثلاثي إيثوكسي سيلان .

\* مواد تزييت :- هي مواد تعمل على تقليل تلف الألياف الذي ينتج عن الاحتكاك ،

ليتم غزله عند تلك الدرجة بواسطة قاذفات غزل مصنوعة من سبائك البلاتين - روديوم - بقطر ١-٢ مم .

\* الانصهار الكروي ( Marble Melting ) :- وتستخدم عند الحاجة إلى الياف رقيقة جداً ، أو عند الحاجة إلى تركيبات زجاجية من نوع خاص . وبدلاً من إمرار المصهور إلى قناة - كما في طريقة الانصهار المباشر - يدخل المصهور على شكل كريات إلى قاذفات غزل عند درجة حرارة ١٢٥٠ م ليتم تشكيله إلى ألياف .

\* سحب القضيب ( Rod Drawing ) :- وتعد أقل أهمية من الطريقتين السابقتين ، وفيها يتم ادخال قضبان زجاجية بسرعة ثابتة إلى منطقة الصهر ، ومن ثم سحب الألياف بشكل مستمر بواسطة آلات خاصة .

#### ● الملف والمعالجة

يتم تبريد الشعيرات على الفور - بعد تشكيلها - برذاذ الماء ، وهي في طريقها إلى ماكينة لف - تعمل بسرعة تصل إلى ٢٠٠ كم / ساعة - ليتم لف الشعيرات المتراسة - تختلف في عددها وقطرها حسب عدد وقطر ثقوب القاذف ، وشكل الثقوب وتركيب الزجاج ، ودرجة حرارته - على

الحريق ، وذلك في وحدات التبريد وغرف التخزين المبردة وغيرها - بدلاً من استخدام مواد العزل الصلبة ، مثل البولي ستايرين ، أو البولي يورثيان - التي يمكن أن تتعرض للحريق ، وعند استخدام تلك الأصواف في المجال المذكور يجب حمايتها من الرطوبة الناتجة عن تكثف الماء ، كما يمكن استخدامه في المجال الصناعي سواء بشكل حر أو مقولب على شكل صفائح أو أشكال اسطوانية ، ويمكن استخدامه أيضاً على شكل أنابيب لعزل خطوط الأنابيب .

#### الألياف الزجاجية النسيجية

تتميز الألياف الزجاجية النسيجية بمرونة عالية نظراً لصفرة قطرها الذي يتراوح من أقل من ١٠ ميكرونات إلى ٢٥ ميكرونات ، وتعد مادة السيليكا المكون الرئيس للألياف الزجاجية النسيجية ، حيث تتراوح نسبتها فيها بين ٥٥% إلى أكثر من ٧٠% ، ويوضح جدول (٣) النسب المثوية لمكونات أهم أنواع الألياف الزجاجية .

تتشابه الطرق الصناعية لإنتاج الألياف الزجاجية النسيجية إلى حد ما ، حيث تتمثل أساساً في صهر السيليكا والمواد الخام الأخرى ، ومن ثم تشكيلها ، فمثلاً تصنع الألياف الزجاجية من نوع ( E ) بمزج المواد النقية من المواد الخام - الكاولين ، ورمل الكوارتز ، والحجر الكلسي ، والدولوميت ، والفلوريت ، وبورات الكالسيوم ، وحمض البورون - حسب النسب المقررة لها ، ومن ثم تصهر عند درجة حرارة ١٣٥٠ م في أفران مبطنة من الداخل بالآجر أو بقوالب أكسيد الكروم .

تمكث الصهارة في الفرن لبضعة أيام ريثما يتم التأكد من شفافيتها ، وتجانسها ، وخلوها من الفقاعات والمواد غير المنصهرة ، وذلك عن طريق حقن الهواء من خلال أنبوب أو أنبوبين من البلاتين عند قاع الفرن مع إضافة مواد لتحسين الشفافية . يلي عملية الصهر تشكيل الصهارات الشفافة إلى ألياف بواسطة إحدى الطرق التالية :-

\* الانصهار المباشر ( Direct Melting ) : وتعد أكثر الطرق أهمية من الناحية الاقتصادية ، وفيها يمرر المصهور إلى قناة مبطنة بالآجر عند درجة حرارة ١٢٥٠ م



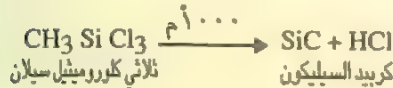
السيليكون والجيرمانيوم واليورون وأكسيد الفسفور (  $\text{POCl}_3$  ,  $\text{BCl}_3$  ,  $\text{GeCl}_4$  ,  $\text{SiCl}_4$  ) والتي تتأكسد عند تفاعلها مع الأكسجين عند درجة حرارة ١٥٠٠ - ١٦٠٠ م، وتعمل على طلي الأنبوب الكوارتزي من الداخل بزجاج عالي النقاوة والشفافية .

### ألياف كربيد السيليكون

يستخدم مركب كربيد السيليكون (  $\text{SiC}$  ) إما على شكل طلاء لألياف الكربون والتنجستن ، أو على شكل مادة نقية معزولة على هيئة ألياف وذلك كما يلي :-

#### ● طلاء كربيد السيليكون

يتم طلاء الألياف الكربون بكربيد السيليكون لأكسابها مقاومة شد عالية - ما بين ٢٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ نيوتن / مم - ومعامل مرونة تبلغ ٤٥٠ الف نيوتن / مم - فضلاً عن حمايتها من التفاعلات الكيميائية مثل تفاعلات الأكسدة ، ويتم ذلك بترسيب كربيد السيليكون على الألياف الكربون أو التنجستن المجذولة - حوالي ١٠٠ الف خط بقطر ١٠ ميكرون - بوساطة التفكك الحراري لثلاثي كلوروميثيل سيلان عند درجة حرارة أعلى من ١٠٠٠ م وذلك وفقاً للمعادلة التالية :-



تبلغ سماكة طلاء كربيد السيليكون في الألياف المذكورة حوالي ٥ ميكرون ، كما يمكن استخدام نفس الطريقة لطلاء خيوط فردية بشكل منتظم عن طريق تعديل ظروف عملية الترسيب لكربيدات السيليكون .

يعمل طلاء كربيد السيليكون كحاجز واقى للمادة المطلية ضد أي تفاعل ، ولذلك يمكن أن يتعدد استخدامه ليشمل تقسية نسيج الألومينوم أو الزجاج ، حيث تمنع طبقة كربيد السيليكون مثلاً التفاعل الناجم بين الألومينوم والكربون لتشكيل كربيد الألومينوم .

#### ● ألياف كربيد السيليكون النقية

ألياف كربيد السيليكون النقية هي ألياف مصنوعة من ثنائي ميثيل ثنائي كلوروسيلان ، ويطلق عليها ألياف بيتا

النقاوة - خالية من الحديد ، والنحاس ، والكروم ، والفناديوم ، والهيدروكسيل - وذات أقطار ثابتة ، ويتحقق تلك الشروط فإنها تكتسب صفات فيزيائية هامة ومرغوبة مثل التبعثر الضوئي المنخفض ، والمعدل العالي لنفاذية الضوء والوزن المنخفض . وللتقليل من الهشاشة والزيادة في قوة الشد التي تكون مفيدة في صناعة وتركيب الكابلات ، فإنه يتم طلاؤها براتنج سيليكوني بعد عملية سحبها وتبريدها .

ويمكن تقسيم الألياف البصرية حسب خاصية انكسار الضوء في القلب الزجاجي إلى نوعين هما :-

● ألياف انكسار ثابت ( Step Index ) :- تتميز بثبات انتقال وتبعثر نبضات الضوء من خلال سيره في الألياف . ويتم صناعة الألياف هذا النوع باستخدام طريقة القضيب والأنبوب أو البوتقة المزودة حيث يتم صهر وسحب قلب الليف أو الزجاج المكسو بشكل مستمر أو متتابع إلى ليف زجاجي بسماكة ١٢٥ ميكرومتر .

● ألياف انكسار متدرج ( Graded Index ) :- وتتميز بتناقص انكسار الضوء بالتدرج من قلب الليف إلى خارجه ، وبذلك يتناقص انتقال وتبعثر نبضات الضوء الداخلة لتصبح منخفضة في نهايات الألياف .

وتصنع الألياف هذا النوع بسماكة أقل من ٢٥ مم وطول ١,٥ متر في برج سحب عند درجات حرارة ٢٠٠٠ - ٢٣٠٠ م ، وذلك عن طريق إدخال أنبوب من الكوارتز إلى صهير زجاجي مكون من كلورات



● الألياف الزجاجية بصرية .

وتساعد على تسهيل عملية تصنيعها ، ومن أمثلة تلك المواد أسترات وأميلات الأحماض الدهنية ، والألكانات والألومينات .

#### ● مضادات الشحنات الكهربائية

السائكة :- ويتم ذلك بإضافة أملاح عضوية ولاعضوية بنسبة ١ - ٢ ٪ من وزن الألياف الجافة .

#### ● التجفيف واللف النهائي

يتم ترحيل الألياف - بعد طلاؤها بالمواد المذكورة - إلى أفران تجفيف تعمل بالهواء الساخن ، تحول بعدها إلى ألياف زجاجية نهائية تلف على بكرات باستخدام آلات خاصة ، كما يمكن تقطيعها على أطوال حسب المطلوب بواسطة آلات خاصة ، أما المخلفات الناتجة عن عمليات التقطيع وغيرها فيمكن الاستفادة منها في صناعة الحشاير وذلك بعد مزجها بمواد رابطة .

#### ● تطبيقات الألياف الزجاجية

يستخدم حوالي ٨٠ ٪ من الألياف الزجاجية النسيجية في تقسية المواد البلاستيكية مثل راتنجات الإيبوكسي ، والمطاط ، والمواد البلاستيكية المدونة بالحرارة ، وعليه فإن هناك مجالات عدة لاستخدام الألياف الزجاجية مثل النقل ، والصناعات الكهربائية ، والزراعة ، و مواد البناء ، والمنتجات الرياضية ، وبعض أنواع السلع الاستهلاكية ، بجانب ذلك تستخدم الألياف الزجاجية النسيجية في مجالات أخرى مثل تقسية الأسمنت ، وكمرشحات في التنقية من الغبار ، وفي صناعة اللباد البيتموني ، و مواد تغليف السجاد والموكيت .

### الألياف البصرية

الألياف البصرية ( Optics Fibers ) عبارة عن شعيرات زجاجية رقيقة ومرنة ملفوفة حول قلب زجاجي ذو خاصية انكسار عالية - مثل زجاج الكوارتز المطعم بأكسيد الجيرمانيوم (  $\text{GeO}_2$  ) أو خماسي أكسيد الفسفور - مغلف بزجاج ذو خاصية إنكسار منخفضة مثل زجاج البوروسيليكات أو الفلوروسيليكات .

يشترط أن تكون الشعيرات الزجاجية المستخدمة في الألياف البصرية عالية



قصوى يمكنها أن تتحمل درجات الحرارة المرتفعة .

### ألياف الأسبستوس

كان الأسبستوس من أهم الألياف المستخدمة في عمليات العزل والتقوية ، ولكن تضاعف استخدامه في السنوات الأخيرة نظراً لاكتشاف تسببه لأمراض سرطانية .

توجد ألياف الأسبستوس طبيعياً في الترسيبات المعدنية التي تشكلت بواسطة التحول الهيدروحراري لمعادن الصخور البركانية - الممتلئة في معادن الأوليفين والبيروكسين - إلى معادن السيربنتين والأمفيبول ، ويوضح جدول (٤) أهم الصيغ الكيميائية لأهم أنواع الألياف الأسبستوس الطبيعية .

يشكل أسبستوس السيربنتين حوالى ٩٥٪ من ترسبات الأسبستوس الطبيعية ويوجد بصورة أساس في كندا وروسيا ، أما أسبستوس الأمفيبول - يشكل ٥٪ - فيوجد أغلبه في جنوب إفريقيا .

وزن جزيئي ١٥٠٠ .

\* غزل المصهور :- يتم ذلك للمصهور السائل

( Melt-Spun ) عند درجة ٢٥٠٠م لينتج عن ذلك الألياف ذات شعيرات متعددة .

\* التقسية :- ويتم عن طريق الأكسدة بالهواء لمدة ٣٠ دقيقة وعند درجة حرارة ٩٠٠ .

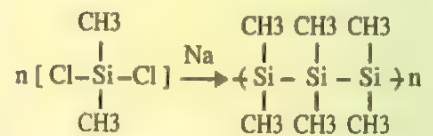
\* المعالجة الحرارية :- تم بعد عملية الأكسدة لزيادة تقسية الألياف حيث تعرض الألياف الناتجة من العملية السابقة - الأكسدة - إلى محيط خامل عند درجة ٢٠٠٠

لتحويلها إلى ألياف نهائية ذات قساوة



● شكل ( ١ ) مخطط تصنيع ألياف بيتا كربيد السيليكون .

كربيد السيليكون (b-SiC) ، وهي الألياف تستخدم بشكل واسع كمواد عازلة لدرجات الحرارة المرتفعة ، تصنع تلك الألياف بواسطة عملية تسمى عملية ألياف نيكالون ( Nicalon Fibre Process ) ، شكل ( ١ ) ، وذلك حسب الخطوات التالية :-



\* البلمرة :- تتم بتسخين مادة بولي ثنائي ميثيل سيلان - الناتج عن عملية نزع الكلور السابقة - بوجود غاز الأرجون في وعاء موصل (أوتوكلاف) عند درجة ٤٧٠م ولمدة ٨ - ١٤ ساعة ليتم تحويل المادة المذكورة إلى بولي كربوسيلان ذات بنية معقدة . يتم بعدها تقطير الناتج تحت الفراغ ( Vacuum ) لازالة الأجزاء ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة والحصول على

نوع الأسبستوس	الصيغة الكيميائية للوحدة
١- أسبستوس السيربنتن : - أسبستوس الكريزوتيل (أورثو - ، كلينو - ، باراكريزوليت )	$\text{Mg}_3 (\text{OH})_4 (\text{Si}_2\text{O}_5)$
٢- أسبستوس الأمفيبول : (أ) خال من المعادن القلوية أو ذي محتوى منخفض منها : - خال من الكلس : * الانتوفليت * أموسيت - حاو على الكلس : * تراموليت * أكتينوليت (ب) حاو على المعادن القلوية : - كروسيډوليت	$(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_7 (\text{OH})_2 (\text{Si}_8\text{O}_{22})$ $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Al})_7 (\text{OH})_2 [(\text{Si}, \text{Al})_8\text{O}_{22}]$ $\text{Ca}_2 (\text{Mg}, \text{Fe})_5 (\text{OH}, \text{F})_2 [\text{Si}_8\text{O}_{22}]$ $(\text{Ca}, \text{Na})_2 (\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Al})_5 (\text{OH}, \text{F})_2 [(\text{Si}, \text{Al})_8\text{O}_{22}]$ $\text{Na}_2 (\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_3 \text{Fe}_2^{3+} (\text{OH})_2 [\text{Si}_8\text{O}_{22}]$

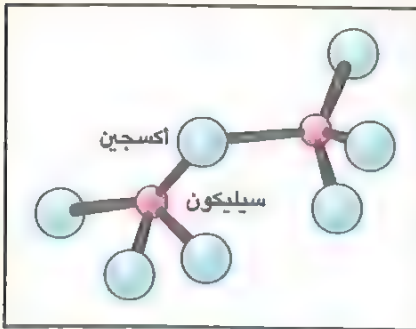
● جدول ( ٤ ) أهم أنواع الأسبستوس وتركيبها الكيميائي



وعادة ما يكون عدد ذرات الألومنيوم (X) في البنية الشبكية للألومينوسيليكات المكونة للزيوليتات أقل من ذرات السيليكون (Y) أو مساوياً له ، أي أن نسبة السيليكون إلى الألومنيوم (Y/X) ، تساوي واحداً أو أكثر (Y/X > 1) إلا أن هناك حالات استثنائية تصل فيها ذرات الألومنيوم إلى رقم خيالي ، ويوضح الجدول (١) تصنيف الزيوليتات من حيث البنىات الشبكية للألومينوسيليكات ، حيث يتضح أن هذه الأنواع يختلف بعضها عن بعض في التركيب الكاتيوني ، ونسبة السيليكا إلى الألومنيوم التي تعتمد عليها الصفات الفيزيائية والكيميائية للزيوليتات المختلفة مثل الثباتية الحرارية والخواص الوسيطية والرقم الهيدروجيني للسطح وخاصة عدم امتصاص الماء وغيرها . ومن الأمثلة على ذلك مقاومة الزيوليت للأحماض والثباتية الحرارية حيث تزدادان بازدياد نسبة السيليكا .

تتكون بنية الزيوليتات من مجموعة من الفجوات المنتظمة للألومنيوم التي يتصل بعضها ببعض بوساطة مسامات تتراوح أنصاف أقطارها ما بين ٠,٢ إلى ١ نانومتر وذلك حسب نوع الزيوليت ونوع المعالجة التي تتم له . ويتضح من جدول (٢) أن تبادل أيون الصوديوم مع أيون البوتاسيوم يعمل على تناقص حجم المسام في بنية الزيوليت ، وعليه فإن الكاتيونات تلعب دوراً أساسياً في خواص الزيوليتات .

من جانب آخر هناك بعض الحالات التي يتم فيها تبادل الكاتيونات مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم



● شكل (١) كيفية ترابط ذرة السيليكون بذرات الأكسجين .



تتكون الزيوليتات أساساً من السيليكون والألمنيوم والأكسجين (المينوسيليكات) . وهي عبارة عن بلورات ذات مساحة سطحية عالية تتخللها مسامات دقيقة جداً ، وقد تحتوي تلك

البلورات على الماء الذي يمكن طرده بالتسخين . وقد اشتقت كلمة زيوليت من كلمتين يونانيتين توحيان سلوكية هذه المادة عند تسخينها ، هما زيو (Zeo) وتعني يغلي وليثوس (Lithos) وتعني حجر وبذلك تعني كلمة زيوليتات الأحجار التي تغلي .

يعتمد تصنيف الزيوليتات على عدة عوامل من أهمها نسبة السيليكون إلى الألومنيوم ، ونوع كاتيون المعدن (M) ، وتركيب وحدة الخلية . وهي تتشكل بعدة تراكيب ولكنها بوجه عام عبارة عن وحدات بنائية رباعية الأوجه (Tetrahedral) من السيليكا والألومينا . تتصل كل وحدة من السيليكا أو الألومينا بعضها ببعض بوساطة ذرة أكسجين بحيث تؤلف ذرات الأكسجين الرؤوس الأربعة لكل رباعي وجوه يحاط بإحكام إما بذرة سيليكون (Si) أو ألومنيوم (Al) ، شكل (١) . وتتقاسم كل ذرة من ذرات الأكسجين الرأسية اثنتين من رباعي الوجوه بحيث يمكن القول بأن كل ذرة سيليكون أو ألومنيوم موجودة داخل قفص رباعي الوجوه مرتبطة عن طريق ذرة أكسجين متوسطة بالذرات الأربع المجاورة المحصورة داخل أقفاصها .

يمكن التعبير عن الزيوليتات بالصيغة العامة التالية :



حيث :

M<sup>+</sup> : كاتيونات المعادن القلوية من المجموعة الأولى مثل أيون الصوديوم (Na<sup>+</sup>) أو البوتاسيوم (K<sup>+</sup>) .

M<sup>2+</sup> : كاتيونات المعادن القلوية من المجموعة الثانية مثل أيون الكالسيوم (Ca<sup>2+</sup>) أو المغنيسيوم (Mg<sup>2+</sup>) .

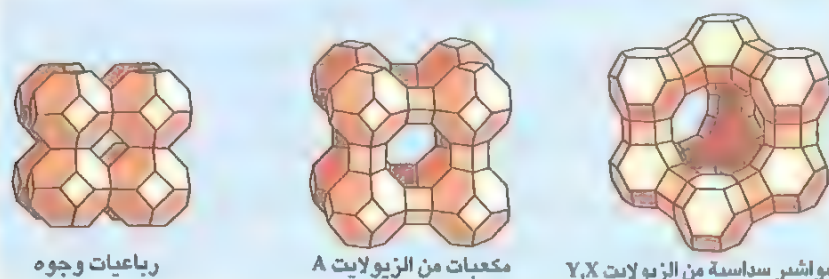
Z : عدد جزيئات ماء التمهيه .

تتمتع الزيوليتات بمساحة سطح كبيرة تقع في مساماتها مراكز فعالة للتبادل الكاتيوني (Cation Exchange Sites) ، وعليه فإنها تتمتع بفعالية عالية تؤهلها إلى أن تؤدي دوراً كبيراً كمحفزات لمختلف التفاعلات الكيميائية .



المجموعة	بنية وحدة الخلية	المجموعة	بنية وحدة الخلية
١ - أنالسيم (Analsime) (أ) أنالسيم (ب) ويراكيت (Wairakite)	$\text{Na}_8 [\text{Al}_8 \text{Si}_{40} \text{O}_{96}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_{1.5} \text{Mg}_2 [\text{Al}_{5.5} \text{Si}_{30.5} \text{O}_{72}] \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	٥ - الموردينايت (Mordenite) (أ) موردينايت (ب) فيريريت (Ferrierite)	$\text{Na}_{16} [\text{Al}_{16} \text{Si}_{32} \text{O}_{96}] \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}_8 [\text{Al}_{16} \text{Si}_{32} \text{O}_{96}] \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
٢ - نتروليت (Natrolite) (أ) نتروليت (ب) ثيمسونيت (Thomsonite)	$\text{Ca}_2 [\text{Al}_4 \text{Si}_8 \text{O}_{24}] \cdot 13\text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_6 \text{Na}_3 [\text{Al}_9 \text{Si}_{27} \text{O}_{72}] \cdot 21\text{H}_2\text{O}$	٦ - التشبازايت (Chabazite) (أ) تشبازايت (ب) زيوليت (Zeolite)	$\text{Na}_{16} [\text{Al}_{16} \text{Si}_{24} \text{O}_{80}] \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_4 \text{Ca}_8 [\text{Al}_{20} \text{Si}_{20} \text{O}_{80}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
٣ - هيولندايت (Heulandite) (أ) هيولندايت (ب) كلينوبتيلولايت (Clinoptilolite)	$[\text{Na}_{12} \text{Ca}_{12} \text{Mg}_{11}] [\text{Al}_{59} \text{Si}_{133} \text{O}_{334}] \cdot 26\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_{12} [\text{Al}_{12} \text{Si}_{12} \text{O}_{48}] \cdot 27\text{H}_2\text{O}$	٧ - الفوجاسايت (Faujasite) (أ) فوجاسايت (Zeolite X, Y) (ب) زيوليت A (Zeolite - A)	$\text{Ca}_4 [\text{Al}_8 \text{Si}_{28} \text{O}_{72}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_6 [\text{Al}_6 \text{Si}_{30} \text{O}_{72}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
٤ - فيليبسايت (Phillipsite) (أ) فيليبسايت (ب) زيوليت Na-	$\text{Ca}_4 [\text{Al}_8 \text{Si}_{16} \text{O}_{48}] \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_n [\text{Al}_n \text{Si}_{96-n} \text{O}_{196}] \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ [ n ≈ 3 ]	٨ - لومونايت (Laumonite) ٩ - البنتاسيل (Pentasil) (أ) زيوليتات (ZSM)	$[\text{K}, \text{Na}]_5 [\text{Al}_5 \text{Si}_{11} \text{O}_{32}] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_8 [\text{Al}_8 \text{Si}_8 \text{O}_{32}] \cdot 16\text{H}_2\text{O}$

● جدول (١) البنيات الشبكية لبعض مجموعات الزيوليتات .



● شكل (٢) اشكال مختلفة من بنيات الزيوليتات .

تحويلها إلى أنواع ثابتة مثل الفليبسايت أو الكلينوبتيلولايت .  
يتأثر تشكيل الزيوليتات بعدة ظروف محلية منها : درجة الحرارة ( ٢٥ - ٥٠ م ) ، والضغط ، والرقم الهيدروجيني ( PH ) ، ونوع وتركيز الأملاح ، وتوفر وفعالية مصادر السيليكا والألومنيوم ، وتنشأ الظروف المناسبة لتشكيل الزيوليتات وفقاً لآلية جيولوجية أو هيدروlogية متنوعة قد تكون مفتوحة ( Open System ) - معرضة للهواء - أو مغلقة ( Closed System ) عندما تكون في قاع البحار ، وطبقاً لذلك فقد تتشكل الزيوليتات في المناطق القاحلة

فوهات البراكين ، حيث تشكلت بواسطة التفكك الهيدروحراري ( Hydrothermal ) للصخور البركانية . كذلك اكتشف في حوالي عام ١٩٠٠ م كميات كبيرة من الزيوليتات كصخور رسوبية ، اتضح أنها تشكلت - بشكل أساس - نتيجة فعل الماء على الرماد البركاني أثناء حقب جيولوجية متعددة ومتنوعة ، كذلك وجد أن الزيوليتات قد تتشكل من الطين ( Clay ) وسيليكا البايوجينيك والفلدسبار والفلدسباتويد .  
وتعد الأنالسيم من أنواع الزيوليتات الأقل ثباتاً التي تم تشكيلها أثناء البلورة الابتدائية ، ويمكن

بيروتون (  $\text{H}^+$  ) ، وفي هذه الحالة يصبح الزيوليت عبارة عن حامض قوي يسمى حامض برونستد .

يوجد في الوقت الحاضر حوالي ١٥٠ نوعاً من الزيوليتات منها ٤٠ نوعاً طبيعياً . وهي تختلف في نسبة السيليكون إلى الألومنيوم ( Si/Al ) في البنية الشبكية الانيونية . ويوضح شكل (٢) البنيات الشبكية لبعض الزيوليتات .

### الزيوليتات الطبيعية

تتشكل الزيوليتات المعدنية ( الطبيعية ) على سطح الأرض ، وذلك في العديد من الصخور وقاع البحر ، وقد اكتشف وجودها لأول مرة حول البازلت المتدفق من

الزيوليت	A	X	Y	موردينايت تركيبي	ZSM - 5
نصف قطر المسام ( nm )	٤,١	٧,٤	٧,٤	٧ - ٦,٧	٦
حجم المسام (%)	٤٧	٥٠	٤٨	٢٨	-

جدول (٢) نصف قطر المسام لبعض الزيوليتات .



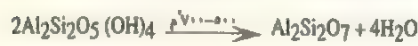
إنتاج زيولايت صناعي آخر يسمى ( ZSM - 5 ) حيث Z و S و M الأحرف الأولى من زيولايت سكوني موبيل ( Zeolite - Socony Mobil ) حيث يوضح لفظ « سكوني موبيل » اسم الشركة المنتجة له . ويتميز هذا النوع باحتوائه على كاتيونات الأمونيوم الرباعية - مثل رباعي ميثيل الأمونيوم - محل كل أو بعض الأيونات الفلزية القلوية . وقد تم تطوير هذا النوع لاستخدامه في عمليات تكرير وتصنيع البترول . وحتى وقتنا الحاضر تم تصنيع أكثر من ١٥٠ نوعاً من الزيوليتات المختلفة لاستخدامها في أغراض متعددة .

### تصنيع الزيوليتات التركيبية

تتم صناعة الزيوليتات التركيبية بعدة طرق من أهمها مايلي :

#### ● مواد خام طبيعية

يمكن تصنيع الزيوليتات X و Y وبشكل خاص زيولايت ( A ) من مواد صلصالية ( طينية ) كاولينية ( Kaolinitic ) ( Clay - يكثر وجودها في أوروبا الوسطى ، وبريطانيا ، واليابان ، والصين - بتحويل الكاولين حرارياً بالشوى أو بالتسخين إلى درجة حرارة أعلا من ٥٠٠° إلى ٧٠٠°م إلى ميتاكاولين كما هو مبين من المعادلة أدناه :-



كاولين

ميتاكاولين

ومن ثم يعلّق المنتج في محلول من هيدروكسيد الصوديوم ليحول إلى زيولايت ( A ) عند درجة حرارة تتراوح بين ٧٠ - ١٠٠ م ، ومن عيوب هذه الطريقة احتمال وجود بعض الشوائب الموجودة أصلاً في المواد الخام .

#### ● مواد خام تركيبية

في هذه الحالة يتم تركيب المواد اللازمة للزيولايت ( الألومينا والسيليكا ) من مواد أولية ، حيث يتم الحصول على ألومينات

للأرض الحمضية وكما تدعى تبادل أيوني لتخزين أيونات البوتاسيوم والأمونيوم ، وعليه فإنها تزيد من نشاط الأسمدة - خاصة الأسمدة النيتروجينية - وتحفظها لمدة طويلة ليتم الاستفادة منها أثناء نمو النبات .

لولا متطلباتها الضرورية للنقاوة العالية والتركيب الثابت والسعة الكاتيونية العالية ( High Exchange Capacity ) لنافست الزيوليتات الطبيعية الزيوليتات الصناعية في التطبيقات الصناعية . ومن الأمثلة على الصناعات التي تدخل فيها بعض الزيوليتات الطبيعية والصناعية مايلي :

١ - تجفيف الغازات أو السوائل باستخدام الكليوبتيلولايت .

٢ - الامصاص الانتقائي لغازي ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت باستخدام الكليوبتيلولايت أو الموردينات ( Mordenite ) .

٣ - إزالة العناصر المشعة من مياه الصرف ( Waste Water ) باستخدام الكليوبتيلولايت بسبب انتقائيتها لأيونات الأسترونشيوم - ٩٠ ( <sup>90</sup>Sr ) والسيزيوم - ١٣٧ ( <sup>137</sup>Cs ) .

وفضلاً عن ذلك فهناك العديد من الزيوليتات الطبيعية التي يمكن استخدامها كمواد مألثة في صناعة الورق والمواد البلاستيكية وضمن مكونات الأسمت وقالب البناء الخفيفة .

### الزيوليتات التركيبية

بدأت صناعة الزيوليتات في أواخر الثلاثينيات ومابعدا حيث تصنيع عدد من التراكييب الزيولاتية المختلفة في البنية والمشابهة للزيوليتات الطبيعية . وفي منتصف الخمسينيات بدأ الإنتاج التجاري لأنواع معينة من الزيوليتات منها زيولايت ( A ) الصوديومي والكالسيومي والزيولايت ( X ) والزيولايت ( Y ) .

تلا ذلك في منتصف الستينيات بدء

وشبه القاحلة ، أو على شكل ترسبات بحرية ذات محتوى عال من الأملاح والقلويات ، وهنا تتسبب كربونات الصوديوم ( Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ) أو بيكربونات الصوديوم ( NaHCO<sub>3</sub> ) في ارتفاع الرقم الهيدروجيني ليصل إلى حوالي ٩.٥ مما يؤدي إلى تحويل الطين إلى زيولايت . وبالقدر نفسه يمكن أن تتشكل الزيوليتات في التربة القلوية الموجودة على سطح الأرض ، وكذلك في ترسبات المحيطات نتيجة لفعل الترشيح المائي ( Percolating ) والطمير ( Burial Digenesis ) والتفاعل الهيدروحراري ( Hydrothermal ) ، وذلك حسب صفات الترسيبات مثل تركيبها الكيميائي وسمكها ومدى تشكلها . وقد تتكون الزيوليتات على شكل طبقات يصل سمكها مئات الأمتار وعلى امتداد مئات الكيلومترات المربعة .

توجد الزيوليتات كذلك كشوائب لخامات ألومينوسيليكات أخرى مثل المنتموريللونيت والكريستوباليت والكوارتز والبايوتيت وفلسبار البوتاسيوم .

تعد الكليوبتيلولايت والهيولاندايت والموردينيت والفلبسايت والتشابازيت والأريونايت والأناالسيم واللومونثايت من أهم الزيوليتات التي تم حصرها في الطبيعة ، كما تعد مناطق غرب الولايات المتحدة وكوبا واليابان وتشيكوسلوفاكيا وهنغاريا وصربيا وبلغاريا وإيطاليا وألمانيا من أهم مناطق وجود الزيوليتات الطبيعية .

### الأهمية الصناعية للزيوليتات

تدخل الزيوليتات في مجالات صناعية متعددة ، فعلى سبيل المثال يدخل الزيولايت من نوع كليوبتيلولايت ( Clinopilolite ) في الزراعة كمادة لتحسين التربة خاصة في اليابان وكما إضافة لطف الحيوان . ويعتمد الاستخدام الأول على تأثيرها في زيادة الرقم الهيدروجيني



لا يحصى من الزيوليتات التي يمكن استخدامها في كثير من الصناعات خاصة الصناعات البتروكيميائية .

### تشكيل الزيوليتات

يمكن تصنيع الزيوليتات الصناعية بأشكال مختلفة على هيئة كريات أو حلقات أو قطع اسطوانية صغيرة ، ويعتمد كل من الشكل والحجم على ظروف تشغيل الوحدة ونوع المفاعل المستخدم ، حيث إن كليهما يؤثران على المساحة السطحية الخارجية وهبوط الضغط في المفاعل . ويستخدم لهذا الغرض أجهزة خاصة للحصول على الأشكال المختلفة .

### استخدامات الزيوليتات

تستخدم الزيوليتات التركيبية في مجالات صناعية متعددة من أهمها مايلي :

#### ● مبادلات أيونية

يمكن استخدام بعض أنواع الزيوليتات في المنظفات لإزالة أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم المسببة لعسر الماء وذلك عن طريق التبادل الأيوني لهذه الكاتيونات - المانعة لتشكل رغوة مع الصابون - بأيون الصوديوم . وتتم العملية بمرار الماء العسر خلال الزيوليتات المحتوية على أيون الصوديوم والأكثر مقاومة للحمضية ، حيث تعمل تلك الزيوليتات على ضم أيون كالسيوم أو مغنيسيوم مقابل تخليها عن أيون صوديوم ، وهكذا يزول عسر الماء ليشكل رغوة مع الصابون أثناء عملية التنظيف .

#### ● عوامل ادمصاص

تتميز الزيوليتات بقدرتها الجيدة على ادمصاص وعليه يمكن استخدامها كمرشحات في عملية فصل الجزيئات الصغيرة نسبياً مثل الماء ، وحمض النمل ، والميثانول والإيثانول . أما الجزيئات الكبيرة مثل الأسيتون والإيثر والبنزين

ليشكل الزيولايت .

وللحصول على زيوليتات ذات صفات معينة لاستخدامها في أغراض خاصة يمكن إنشاء ظروف خاصة من درجة الحرارة والضغط والمزج والنسب المولية أو الوزنية أثناء عملية مزج مواد التفاعل ، فعلى سبيل المثال فإنه للحصول على زيولايت ( A ) بغرض التنظيف لابد من إنتاج دقائق صغيرة جداً ( أقل من ١٠،٥-٢٠م ) ، وبالتالي فإن إنتاج هذا النوع من زيولايت ( A ) يتطلب إجراء التفاعل في وقت قصير جداً عند درجة حرارة أقل من درجة حرارة التبلور مع التحريك المستمر . وبعد تشكل الزيولايت يتم فصله بواسطة الترشيح بالضغط وغسله عدة مرات ، بعدها يتم إعادة تدوير واستخدام السائل الأم والرشاحات الناتجة عن الغسيل . ويبين شكل (٣) خطوات صناعة أحد الزيوليتات المستخدمة كمادة محفزة في عمليات تكسير المشتقات النفطية .

#### ● التبادل الكاتيوني

تعد عملية التبادل الكاتيوني للزيوليتات مع كاتيونات أخرى من العمليات الهامة للحصول على زيوليتات يمكن استخدامها في الصناعات البتروكيميائية . وفي هذه الحالة يتم تبادل الأيونات الكاتيونية مثل الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم والكالسيوم بعضها ببعض ، أو تبادلها بأيونات المعادن الأرضية والمعادن الانتقالية مثل الكوبالت والنيكل والبلاتين والبلاديوم وغيرها . وفي هذه الحالات فإن عملية التبادل قد تجري أثناء عملية التصنيع أو بعدها للحصول على عدد

الصوديوم بإذابة هيدرات أكسيد الألومنيوم في محلول هيدروكسيد الصوديوم ، أما السيليكا المستخدمة فتكون على شكل زجاج مائي أو حبيبات ناعمة جداً أو محلول من السيليكا . ويفضل استخدام الزجاج المائي لأنه أرخص ثمناً ولكن من عيوبه أن الزيولايت الناتجة عنه تكون أقل فعالية .

كذلك يمكن استخدام هيدروكسيد البوتاسيوم حيث يستفاد منه في صناعة الزيوليتات ( ZSM ) الغنية بالسيليكا والقواعد العضوية مثل هيدروكسيد رباعي الكيل الأمونيوم بالإضافة إلى هيدروكسيد الصوديوم .

وتتم صناعة الزيوليتات الهامة صناعياً مثل الأنواع ( A ) و ( X ) و ( Y ) بمزج محلول من الومينات الصوديوم وسيليكات الصوديوم حيث يتشكل هلام (Gel) من الومينوسيليكات الصوديوم ، ورغم أن آلية التفاعل لم تعرف حتى الآن إلا أنه من المعتقد أن الألومينا (  $Al_2O_3$  ) والسيليكا (  $SiO_2$  ) المتشكلين في الهلام ينفصلان في المحلول ليتفاعلا من خلال عملية البلمرة



● شكل (٣) خطوات صناعة الزيولايت كمادة محفزة .



تعمل على إغلاق المسام ، وبتزايد الترسيبات تقل الفعالية الحفزية للزئوليت ، مما يتطلب إما استبداله أو إزالة الترسيبات المذكورة ، وهو ما يعرف بعملية التنشيط ( Activation ) .

ولحدوث الانتقائية للشكل فإنه من الضروري أن تكون جميع المراكز الحفزية الفعالة داخل المسامات . فعلى سبيل المثال تتم عملية الحفز الانتقائي للشكل في الزئوليت ( ZSM-5 ) عند صناعة البارازايلين من التولوين بسبب أن حجم أو شكل مسامات الزئوليت المذكور أو كليهما يسمح بمرور جزيئات التولوين عند درجات حرارة عالية تصل إلى ٥٢٠ م° ، وعندئذ تقوم المراكز الفعالة داخل المسام بدورها في تحويل التولوين إلى بنزين وبارازايلين ( p- ) وأورثوزايلين ( o- ) وميتازايلين ( m- ) ، وعندها تخرج جزيئات البنزين والبارازايلين بسهولة من المسامات لصغر حجمها وتبقى جزيئات الأورثوزايلين والميتازايلين داخل المسام ليتم تحويلهما عن طريق التماكب الموضعي إلى بارازايلين وعندها فقط يمكنها الخروج من المسامات ، شكل ( ٤ ) .

وعمليات نزع الكبريت من المشتقات النفطية وتحويل بعض المشتقات النفطية إلى مشتقات أخرى والتي من أهمها تحويل الميثانول إلى مركبات ألوفينية ، وغيرها من الاستخدامات . ويبين الجدول ( ٣ ) بعض التطبيقات الصناعية البترولية والبتروكيميائية الهامة لأنواع معينة من الزئوليتات .

تعمل الزئوليتات في التفاعلات المذكورة كمحفزات وفق آلية تسمى الحفز الانتقائي للشكل ( Shape - Selective Catalysis ) ، وفي هذه الآلية يؤثر شكل وحجم مسام الزئوليت على انتقائية التفاعل بطريقتين وذلك كما يلي :

١ - يعمل حجم وشكل المسام على دخول الجزيئات الأصغر وطردها الجزيئات الأكبر خارجها ، وبذلك تهيء الفرصة للجزيئات الصغيرة بأن تتفاعل بعضها مع بعض ، وهذا الأمر لا يمكن أن يحدث لو لم تتم عملية الفصل ( الانتقاء ) بواسطة الزئوليتات .

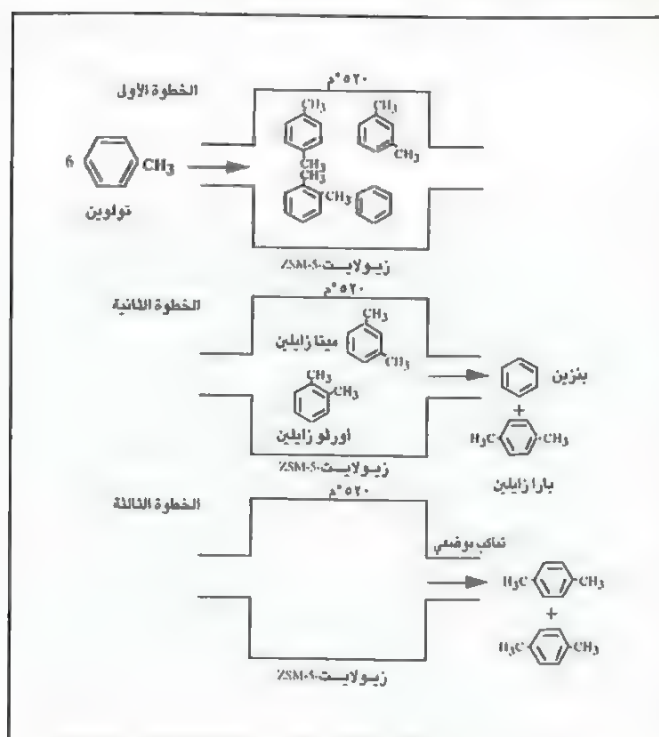
٢ - تحدث انتقائية المواد الناتجة عندما لا تستطيع جزيئاتها من الانتشار خارج المسام ، وإذا تشكلت فإنها تتحول إلى جزيئات أصغر أو إلى ترسيبات كربونية قد

فإنه لا يمكن ادمصاصها بواسطة الزئوليتات بسبب قلة حجم مسامها البلورية ، ولذلك يطلق على الزئوليتات اسم المناخل الجزيئية . وذلك يعني أن الزئوليتات لها خاصية انتقائية في ادمصاص المواد ، مما يجعلها تكتسب أهمية في عملية التجفيف ، كعملية فصل الماء والجزيئات القطبية ، وعملية تنظيف الغازات الطبيعية أو الهواء قبل إرسالتهما .

إضافة لذلك يستفاد من خاصية الإدمصاص في إزالة ثاني أكسيد الكربون والمركبات الكبريتية مثل كبريتيد الهيدروجين ( Hydrogen Sulphide ) والميركبانات ( Mercaptans ) وثاني أكسيد الكبريت من المزائج الغازية .

### ● الصناعات البترولية والبتروكيميائية

تعد الصناعات البترولية والبتروكيميائية من أهم المجالات التي تستخدم فيها الزئوليتات . ومن أهم العمليات الصناعية في هذا المجال عمليات التكسير الحفزي والتكسير الهيدروجيني والالكة ( Alkylation ) والتماكب ( Isomerization ) ،



● شكل ( ٤ ) خطوات تحول التولوين إلى بارازايلين بالتماكب الموضعي .

نوع الزئوليت	أهم التطبيقات
$RE^{+} - Y, H - Y^{+}$	التكسير الحفزي للهيدروكربونات الثقيلة
$Pd, H - Y$	التكسير الهيدروجيني للهيدروكربونات الثقيلة
$Pt, H - Erionite$	التكسير الهيدروجيني الانتقائي للألكانات
$H - ZSM - 5$	النظامية بوجود الكانات متفرعة
$Pt, H - Mordenite$	تماكب الألكانات المستقيمة والمتفرعة
$H - ZSM - 5$	صناعة أثيل البنزين
$Ni, H - ZSM - 5$	تماكب الزايلينات
$H - ZSM - 5$	نزع الألكيل من العطريات المؤلفة
$H - ZSM - 5$	تحويل الميثانول إلى جازولين
$VPI - 5^{+}$	تكسير المواد الهيدروكربونية للحصول على الجازولين من مصادر نفطية
Rare earth exchange *	
Hydrogen exchange **	
زئوليتات فسفورية بدلا من سيليكونية . ***	

● جدول ( ٣ ) التطبيقات الصناعية لبعض الزئوليتات .





تعد صناعة الخزف أو السيراميك ( Ceramic ) من الفنون الحرفية والتطبيقية التي عرفها الإنسان على مر العصور ، والتي تعتمد في صناعتها على واحدة من أهم المواد المكونة للقشرة الأرضية ألا وهي الصخور الطينية التي تتكون بفعل التحلل وعوامل التعرية المختلفة .

وتطلق كلمة خزف على كل ما هو منتج من مواد طينية لازبة بعد تشكيلها وحرقتها ، ويرجع أصل هذه الكلمة إلى كلمة « كيراموس » الإغريقية التي تعود إلى اللغة السنسكريتية « Sanskrit » ، وهي إحدى اللغات الهندية القديمة وتعني الشيء المصنع ( المشغول ) من الطين . وقد بدأت صناعة الخزف في بلاد الأناضول عام ٦٠٠٠ ق.م ، ثم انتشرت عام ٤٠٠٠ ق.م في المناطق المعروفة الآن بالشرق الأوسط ، وأوروبا الوسطى والبلقان .

تستخدم المنتجات الخزفية في أغراض كثيرة منها مواد البناء كالطوب والقرميد والمواسير ، والمواد المنزلية كبلات الحمامات والمطابخ والقدر وأحواض الأزهار ، والعوازل الحرارية والكهربائية والأوعية الكيميائية ، والخزف الفني ... وغيرها .

### مواد الخزف الأولية

تدخل في صناعة الخزف عدة مواد أولية يمكن توضيحها على النحو التالي :

#### ● الطين

يعد الطين ( Clay ) مادة الخزف الأساس ، وهي مادة غير عضوية ناتجة عن تحلل الصخور النارية الحامضية ( أكثر من ٦٥٪ سيليكات ) ، والقاعدية ( أقل من ٦٥٪ سيليكات ) وتتركب من حبيبات ( يقل قطرها عن  $\frac{1}{250}$  مم ) من الكوارتز والمعادن الطينية ( سيليكات الألمنيوم -  $Al_4(OH)_8Si_4O_{10}$  ) مع كمية قليلة من الميكا  $(KAl_2(Si_3AlO_{10})(OH)_2)$  ، وأكاسيد الحديد والألمنيوم ، كما تحتوي على بعض المواد ذات الأصل العضوي .

وينقسم الطين إلى أربعة أقسام هي :

● الكاولين ( Kaolinite ) : ويعرف بالطين الأولي ، وهو راسب صلب أبيض اللون يتكون من سيليكات الألمنيوم المائية النقية ، ويوجد الكاولين عادة في المناطق الجرانيتية حيث تتكون السيليكات نتيجة تحلل معادن معادن الفلسبار الأورثوكليزي (  $KAlSi_3O_8$  ) بفعل عوامل التجوية والتفكك الهيدروحراري ، ويتركز الكاولين بفعل مياه الأمطار أو المجاري المائية في طبقات ، كما أنه يوجد أيضاً في عروق الصخور الجرانيتية .

ينصهر الكاولين عند درجات حرارة عالية تتراوح بين ١٤٠٠م إلى ١٨٥٠م ، وله عدة أنواع أهمها :

- حجر الكاولين ( ثنائي سيليكات الألمنيوم المائية ) : ويستخدم في صناعة المواد الخزفية البيضاء ، والأدوات الصحية ، والحراريات ( المواد المقاومة لتأثير الحرارة ) .

- كاولين سليس : ويحتوى على نسبة عالية من السيليكا تصل إلى حوالي ٣٠٪ ، ويستخدم بصفة أساس في صناعة الطوب الحراري ، كما أنه يستخدم كمادة إضافية في صناعة البورسلان والفخار وبعض الحراريات .

- طين صيني : وهو كاولين ذو درجة نقاوة عالية ، ويستخدم بصفة خاصة في صناعة الأوعية الخزفية مثل الأواني والأدوات المنزلية ... وغيرها .

● معادن الطين ( Clay Minerals ) : وتعرف بالطينة الثانوية ، وتتركب من سيليكات مائية غير متبلورة لعناصر الألمنيوم والحديد والمغنيسيوم ، وهي ناتجة عن تحلل الكاولينات ( طينة أولية ) بفعل عوامل التجوية المختلفة ( ماء ، ورياح ، وجليديات ) ، وتتميز معادن الطين الثانوية بشدة نعومة ملمسها ، واحتوائها على مواد قلوية ، وقابليتها للتشكل ، كما تختلف خواصها باختلاف المواد



التشقق والانكماش في المنتج الخزفي .

### ● المواد الجيرية

المواد الجيرية عبارة عن مركبات أكاسيد الكالسيوم الطبيعية ( مثل الحجر الجيري ، والطباشير والرخام ) ، وتستخدم في تبييض عجائن وخطات التزجيج .

### ● المواد الإضافية

تتمثل المواد الإضافية في عدة مواد منها الكـوارتز والفلسبار ، وكبريتات الباريوم (  $BaSO_4$  ) ، والأوجيت (  $(Si,Al)_2O_6$  ) (  $Ca,Na$  ) (  $Mg,Fe,Al$  ) ، والحجر الجيري ، ومساحيق الزلط والطين المكلس ، وكربيد الكالسيوم ، وتضاف إلى خلطة الطين لتضيف خواصاً جديدة للمنتج الخزفي حسب نوعه واستخدامه مثل زيادة نعومة سطح المنتج ، وزيادة متانته بعد التسوية ، وتقليل مساميته ، وتخفيض معدل انكماشه وتمده عند التسخين والتبريد مما يمنع تشقق المنتج وكسره . كما تعمل المواد الإضافية كمادة مالئة للفراغات المسامية للجسم الخزفي إذا كانت درجة انصهارها أقل من درجة إنصهار الطين ، أما إذا كانت درجة انصهارها أعلى فتعمل المواد الإضافية كهيكل للجسم بعد تسويته .

وعلى سبيل المثال تضاف مساحيق الفلسبار إلى الطين لتعديل لزوبيته ، وتضاف مساحيق الزلط والطين المكلس إلى منتجات الفخار والطوب الحراري والبوكسيت (  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$  ) لزيادة قدرة تحمل المنتجات الخزفية للحرارة ، كما يضاف كربيد الكالسيوم إلى عجائن بعض المنتجات ليققل من التشوهات التي تحدث للأجسام عند حرقها في درجات حرارة مرتفعة نظراً لارتفاع درجة إنصهارها .

### ● الملونات

الملونات عبارة عن عجائن تتكون من طينة طبيعية محتوية على أكاسيد بعض المعادن للحصول على لون خاص . ومن الأكاسيد الملونة المستخدمة في صناعة الخزف أكسيد النحاس ( أزرق يعيل إلى الخضرة ) ، وأكسيد الكوبالت ( أزرق ) ،

منخفضة درجة الانصهار ولونها وخواصها واستخداماتها المختلفة .

● أشباه الطين : وهي عبارة عن سليكات الومنيوم مائية متبلورة ، ناتجة عن تحلل الصخور النارية القاعدية ، وتختلف معادنها باختلاف عدد جزئيات السيليكا والماء بها ، ويتراوح لونها بين الرمادي إلى الأحمر الداكن ، وتتميز بأنها دهنية الملمس ، وشديدة الالتصاق والترابط عند امتزاجها بالماء . ومن أهم أنواع أشباه الطين نوعين هما الطين البازلت والطين البركاني ، وهما إحد نواتج تحلل صخور البازلت والرماد البركاني على التوالي ، ويستخدم الطين البازلت ( مثل صخر الدولوريت - Dolomite ) في صناعة مواد البناء الخزفية ، بينما يضاف الطين البركاني ( مثل صخر البنتونيت - Bentonite ) على الخلطات ليزيد من تماسكها وترابطها وتحسين قابلية تشكيلها .

### ● مساعدات الصهر

تضاف مساعدات الصهر إلى الطين لتقليل درجة انصهار الجسيمات المكونة له ، كما أنها تستخدم كمادة رابطة للجسم الخزفي أثناء حرقه في الأفران . وذلك لأن درجة حرارة انصهار مساعدات الصهر أقل من درجة حرارة إنصهار الطين .

وتعد صخور الفلسبار والسيليكا من أهم مساعدات الصهر التي تدخل في صناعة الخزف ، حيث يمنع وجود السيليكا حدوث

العالق بها . ومن أمثلة معادن الطين الهولويسيت (  $Si_4Al_4O_{10}(OH)_8 \cdot 4H_2O$  ) ، والمـوـرـيـلـونـيـت (  $(Al,Mg)_2[(Si,Al)_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$  ) ، وطينة البورسلان ، وتنقسم معادن الطين تبعاً لدرجة انصهارها إلى ثلاثة أنواع هي :

ـ طينات عالية الانصهار : تنصهر عند درجات حرارة تصل إلى حوالي ١٧٠٠ م ، ومنها الطينة البيضاء ، والطينة اللازقة أو الكروية ( نوع من معدن الهولويسيت ) ، والطينة الحرارية ، ويوضح الجدول (١) أهم خواص واستعمالات كل منها .

ـ طينات متوسطة درجة الانصهار : وتنصهر عند درجات حرارة تتراوح بين ١٢٠٠ م إلى ١٢٥٠ م ، ويختلف لونها ما بين البني ، والأحمر ( لإحتوائها على أكسيد الحديد ) ، والأسود . وتستعمل هذه الطينات في صناعة طوب البناء وقودور الفخار ، وقطع الخزف الفني .

ـ طينات منخفضة درجة الانصهار : وتنصهر عند درجات حرارة منخفضة ( أقل من ١٠٠٠ م ) ، ولا يصع حرقها عند درجة حرارة أعلى من ذلك حتى لا يصاب جسم المنتج الخزفي بالتشوه والانتفاخ لإحتوائها على نسبة عالية من مساعدات الصهر والمواد القلوية . وتستخدم هذه الطينة بصفة أساس في صناعة الطوب العادي والمشغولات الخزفية الشعبية . ويوضح الجدول (٢) أنواع الطينات

نوع الطينة	الخواص	الاستخدامات
الطينة البيضاء	بيضاء اللون ، عالية النقاوة لإحتوائها على نسبة عالية من الألومينا ، خالية من الحديد ، شديدة التماسك ، تنصهر عند درجات الحرارة العالية ( ١٧٠٠ م ) .	صناعة الفخار الأبيض والصيني
الطينة اللازقة أو الكروية	رمادية أو سوداء اللون تكتسب اللون الأبيض أو الكريمي بعد الحرق ، ناعمة الملمس شديدة التماسك والالتصاق ، تُحرق عند درجة حرارة من ٩٤٠ م إلى ٩٨٠ م ، وتحتمل درجات الحرارة العالية دون تشوهات .	صناعة الطوب الحراري
الطين الحراري	أبيض اللون مائل إلى الرمادي ، يتكون من كاولين تصل فيه نسبة الحديد إلى ٢٪ من نسبة الكوارتز ، خال من القلويات ، يتحمل فروق درجات الحرارة العالية ( عمليات التسخين والتبريد ) المفاجئة دون تفتت .	صناعة الطوب الحراري المبطن للأفران ، مواسير المدخن ، والمواسير الناقلة للمواد الآكلة ، الأوعية الكيميائية ، أدوات الصهر .

● جدول (١) أهم أنواع وخواص واستخدامات الطينات عالية درجة الانصهار .



### • خزف غير مسامي

يصنع الخزف غير المسامي من الكاولينات ( طينة أولية ) مع الفلسبار كمساعد صهر ، ويحرق عند درجة حرارة عالية تتراوح بين ٢٠٠م إلى ٤٥٠م . ويعد الخزف غير المسامي من أفضل أنواع الخزف القابلة لعملية التزجيج وذلك لعدم وجود أي شوائب تشكل عازلاً بين السطح الزجاجي وسطح الجسم ، كما أنه يمتاز برنينه وكثافته العالية وصلادته ومقاومته العالية للكهرباء والحرارة والمواد الكيميائية . يدخل الخزف غير المسامي في صناعة العوازل ، وقوابس الكهرباء ، والأدوات المنزلية الراقية .

### • خزف حجري

يتوسط الخزف الحجري في خصائصه بين الفخار والخزف غير المسامي ، فهو أقل مسامية من الفخار ، وأقل صلادة ومقاومة لتأثيرات الكيميائية من الخزف غير المسامي ، كما أنه يصنع من طينة ثانوية حرارية خالية من الحجر الجيري ، ويحرق عند درجة حرارة تتراوح بين ١٠٠٠م إلى ٢٠٠م . ومن أهم منتجاته أدوات المعامل الكيميائية ، والأنابيب الناقلة للسوائل الأكلة ، وفي صناعة الأدوات الصحية وأوعية الطبخ . ويوضح الجدول (٢) أنواع المنتجات الخزفية - التي يمكن تشكيلها من الفخار والخزف غير المسامي والخزف الحجري - ونوع الطينة المستخدمة ، والاستخدامات والخواص .

## صناعة الخزف

تمر صناعة الخزف بعدة مراحل لإنتاج المشغول الخزفي هي كالتالي :

### • التحليل الكيميائي للطين

يعد التحليل الكيميائي للطين من أهم التقنيات الحديثة في مجال الصناعات الخزفية ، حيث يمكن بواسطته تحديد عدة خصائص للعينة وبالتالي معرفة مدى صلاحيتها لهذه الصناعة . ومن أهم هذه الخصائص مايلي :

١ - تحديد درجة نقاوة الطين ، أي مقدار ما يحتويه من سيليكات الألمنيوم المائية ، حيث

نوع الطينة	الخواص	الاستخدامات
الطينة السليسية	صفراء اللون ، تحتوي على عنصر الكوارتز بنسبة ٥٠٪ من وزن الطينة .	صناعة المواسير كالبراغيخ غير المتزججة .
الطينة القلوية	لونهم رمادي تحتوي على ٢ - ٥٪ قلويات من أملاح الصوديوم والبوتاسيوم ونسب منخفضة من أكسيد الحديد ، سهلة الانصهار .	لا يصلح منها في الصناعة إلا المحتوي على نسب قليلة من المواد القلوية .
الطينة الجيرية	صفراء أو سوداء اللون ، ضعيفة التماسك خشنة الملمس ، تحتوي على مركبات الكالسيوم ( الجير والجبس ) مع نسب متفاوتة من أكسيد الحديد ، تتزجج عند درجة حرارة ١٠٠٠م ، وتنصهر عند درجة حرارة ١٢٥٠م	صناعة الطوب العادي ، وأنواع مختلفة من الفخاريات .
الطيني ( الغرين )	بني فاتح اللون ، ناتج من ترسيب مياه الأنهار على جوانب النهر ، شديد التماسك والتلاصق ، يحتوي على الكاولين وعلى نسبة عالية من أكسيد الحديد ( مما يكسبها اللون الأحمر عند الحرق ) والكوارتز والفلسبار والمليكا البيضاء والسوداء .	صناعة الطوب البلدي وبعض المشغولات الخزفية بعد غسله وترسيبه لفصل الأملاح والمواد الخشنة عنه .
التربة الزراعية	لونها أسود ، شديدة التماسك والالتصاق ، قابلة للتشكيل لما تحتويه من مواد غروية ( سيليكات الألمنيوم المائية ، أكسيد الحديد المائية ، الألومينا المائية ) ومستحلب الدبال .	صناعة الطوب العادي .
الحماة	يتراوح لونها بين الرمادي والأسود وتحتوي على نسبة عالية من المواد الكربونية ( نباتات متفجمة وجراثيم وأسفلت وليجنيث وفحم بتيوميني ) .	يستخدم المحتوي منها على القليل من المواد الكربونية في جميع المشغولات الخزفية لأن وجود المواد الكربونية يؤخر من عمليات الأكسدة التي تساعد على تسويتها وبالتالي تستغرق مشغولاتها وقتاً كبيراً في التسوية .

• جدول (٢) أهم أنواع وخواص واستخدامات الطينات منخفضة درجة الانصهار .

### • الفخار

يعد الفخار أكثر منتجات الخزف مسامية وليونة ، ويتم حرقه عند درجات حرارة تتراوح بين ٧٠٠م إلى ٩٦٠م ، ومنه نوعان هما :

\* فخار أحمر : ويصنع من طينة ثانوية سهلة الانصهار ، ومن طينات قلوية .

\* فخار أبيض : يحرق في درجات حرارة أعلى من درجة حرارة حرق الفخار الأحمر ، ويصنع من طينة ثانوية بيضاء عالية الانصهار .

وأكسيد الأنثيمون ( أصفر ) ، وأكسيد المنجنيز ( بني ) ، وأكسيد القصدير ( أبيض زجاجي قاتم ) ، وأكسيد اليورانيوم ( أسود ) ، وأكسيد الحديد ( بني ، أحمر ) .

## أنواع الخزف

تنقسم المنتجات الخزفية تبعاً لبنيتها ، ومساميتها ، ونوع الطينة المستخدمة فيها ، ودرجة حرارة حرقها وتسويتها إلى ثلاثة أنواع هي :



## الخزف

مرحلة التزجيج ، حيث أنه يصعب بعد هذه المرحلة التخلص من المواد الضارة فتحبس داخل الجسم الخزفي ، وينتج عنها انتفاخات في جسم المنتج وبالتالي تشوهه .

### ● تجهيز المواد الأولية

يتم تجهيز المواد الأولية ( الطين ومساعدات الصهر والمواد الجيرية والمواد الإضافية والملونات ) المستخدمة في صناعة الخزف وذلك بتكسيرها ثم طحنها في اسطوانات دوارة للحصول على مسحوق ناعم منها ، يتم نقله إلى خلاطات مزودة بأذرع عالية السرعة ، تعمل على خلط الطينة بالماء للحصول على عجينة سائلة ، تنقل بدورها إلى خزان من البلاستيك مزود بقلاب بطيء الحركة لمنع ترسب حبيبات الطين .

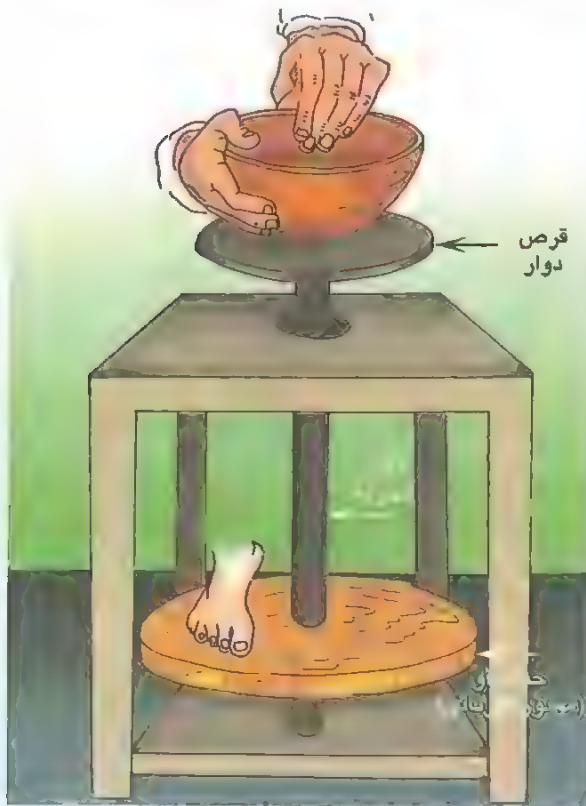
### ● التشكيل

يتم تشكيل عجينة الطين السائلة في صورة منتجات خزفية بعدة طرق هي :

❖ القولبة ( Molding ) : وتتم بصب العجينة مباشرة في قوالب خاصة -

نوع المنتج	نوع الطينة المستخدمة	الاستخدامات	الخواص
مواد البناء	طينة ثانوية حرارية خالية من الجير .	أنواع الطوب ، والتريعات ، والمواسير ، والأدوات الصحية ، ومشغولات الفخار الأحمر المستخدمة في البناء .	مسامية ، وقليلة الكثافة ، تتحمل تأثير المواد الكيميائية والمياه الأكلة .
الحراريات	طينة حرارية تحتوي على مواد ذات خواص حرارية من الكوارتز ، والماجنيزيت والزركون ، والكروميسيت ، والبوكسيت .	أواني الصهر ، والمواقد ، وبناء الأفران ، والفلايات ، وبيوت النار .	مقاومة لدرجات الحرارة العالية ، وتتحمل الصدمات الحرارية المفاجئة دون أن تنكسر .
العوازل الحرارية	حجر الدياتوم مخلوط مع الطين .	تبطن الأفران ، وبيوت النار .	مقاومة التوصيل الحراري .
العوازل الكهربائية	البورسلان .	المفاتيح الكهربائية ، وأجسام الموصلات الكهربائية ، والقوابس .	مقاومة عالية للكهرباء .
الأوعية الخزفية ( الأواني ، والأدوات المنزلية ، والأوعية الكيميائية ، والخزف الفني )	طينات الخزف الحجري والبورسلان .	أوعية الطبخ ، وأواني الطعام ، وتخزين وتعبئة المواد الكيميائية ، والقطع الفنية والتحف .	مقاومة لتأثيرات الحرارة ، ومقاومة للكسر ، وخالية من الأكاسيد الضارة ، ومقاومة لفعل الكيميائيات ، ومسامية ، وقابلة للطلاء الزجاجي والتلوين .

● جدول (٣) أنواع المنتجات الخزفية ونوع الطينة المستخدمة واستخداماتها وخواصها .



● شكل (١) إحدى طرق تشكيل الأواني الخزفية ( الدولاب ) .

أنه كلما زادت نسبة هذه المادة زادت درجة نقاوته .

٢ - تحديد نسب مكونات الطين ( كاولينات ، ومعادن الطين ، وأشباه الطين ) وبالتالي إمكانية عمل الخلطة المناسبة لمنتجات الخزفية .

٣ - معرفة خواص الطين الحرارية وذلك بمقدار ما يحتويه من مساعدات الصهر حيث أنه كلما زادت نسبتها في الطين انخفضت الخواص الحرارية له .

٤ - تحديد لون المنتج الخزفي بعد الحرق وذلك بما تحتويه الطينة من نسبة أكاسيد الحديد وأكاسيد المنجنيز ، فعلى سبيل المثال إذا تراوحت نسبة أكسيد الحديد بالطينة بين ١٪ إلى ٣٪ يكون لون المنتج بنياً ، أما إذا زادت النسبة عن ٣٪ فإنه يصعب تحديد اللون لأنه يزداد قتامة بازدياد نسبة الأكسيد . ولذلك يجب إجراء عدة تجارب على عينة من الطين لبيان اللون الحقيقي الذي سيكون عليه المنتج بعد حرقه .

تستخدم فيها مكابس ضاغطة آلية مصنوعة من الفولاذ القاسي - بالشكل المطلوب لتكون صالحة للاستعمالات المختلفة .

• البثق ( Extrusion ) : ويتم فيها وضع العجينة في مرشحات لفصل الماء منها حتى تصل نسبة الرطوبة بها إلى حوالي ٢٥٪ ، ثم تدفع العجينة إلى آلة بثق يخرج منها الطين على شكل عامود يُقطع إلى إسطوانات أو أقراص من الطين ، يتم تشكيلها إلى منتجات خزفية مختلفة ، وذلك إما يدوياً أو بضغط الطين في قوالب معدنية خاصة بالشكل المطلوب ، أو باستخدام الآلة الدوارة ، شكل (١) ، التي تعد من أقدم طرق التشكيل السريع للمنتج الخزفي .

#### • التجفيف

تتم عملية التجفيف بترك المنتج الخزفي النهائي على أرفف خشبية بجانب فرن الحرق لتجف ، وتعتمد مدة تجفيف المنتج على كمية الماء المضافة أثناء المزج ، وعلى نسبة رطوبة الجو ، فكلما قلت الرطوبة زاد

معدل جفاف المنتج ، وعلى سبيل المثال يتم جفاف المنتج في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية خلال ٢٤ ساعة لانخفاض نسبة الرطوبة بها ، ومن ثم يتم حرق المنتج في اليوم التالي مباشرة .

#### • التزجيج

تبدأ عملية التزجيج ( Glazing ) بإعداد مادة التزجيج السائلة التي تتكون من خليط من مركبات السيليكا ، والفلسبار ، وكربونات الكالسيوم ، والدولوميت ، والرمل ، والكاولين ، وكبريتات

معدنية ثم يغطى بها المنتج وذلك بإحدى طريقتين هما :

• طريقة جافة : وتتم برش مادة التزجيج على المنتج الخزفي بواسطة مسدس رش .

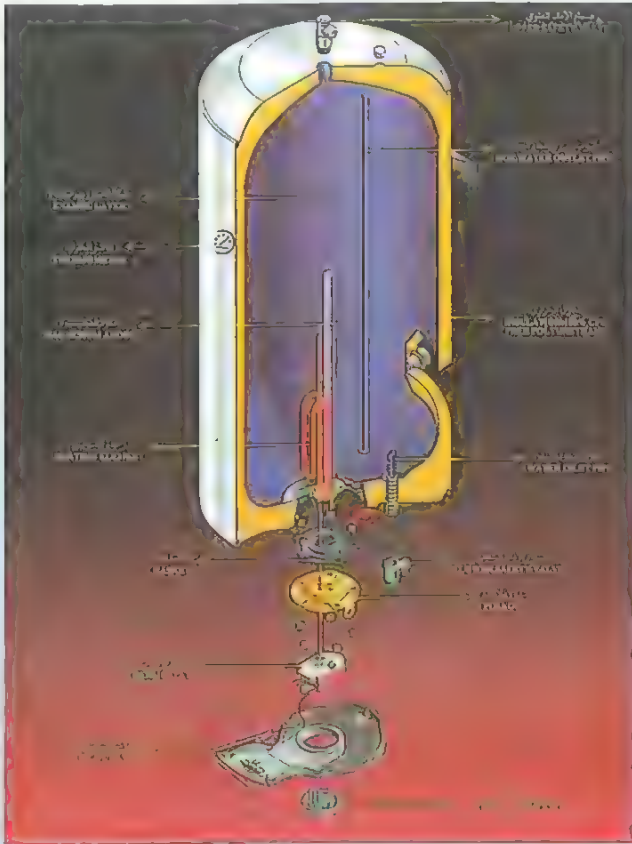
• طريقة رطبة : ويتم بغمر المنتج في إناء يحتوي على محلول التزجيج ، أو بصب المحلول على المنتجات أو بدهانها بالفرشاة .

#### • الحرق

يتم حرق (شوي) المنتج بعد تجفيفه وذلك لتثبيت حجمه ووزنه وتحويله إلى جسم صلب ، وهناك نوعان من الحرق هما :

• الحرق الأولى : وتعرف بحرق « البسكوييت » وتتم عند درجة حرارة منخفضة قبل تغطية المنتج بالطلاء الزجاجي ، وتساعد هذه الحرق على التخلص من بعض الشوائب التي قد تكون ضارة بالمنتج في مرحلة التزجيج ، كما تستخدم هذه الحرق للنواتج الخزفية غير المتزججة .

• الحرق الثانية : وتتم - بعد تزجيج



• شكل (٢) استخدام طلاء المينا في صناعة السخانات الكهربائية .

المنتج - في أفران كهربائية يبلغ طول الواحد منها حوالي عشرة أمتار ، وفيها يُرص المنتج على بلاطات حرارية ويحرق في درجات حرارة عالية تتراوح بين ٧٠٠م إلى ١٤٥٠م وذلك تبعا لنوع المنتج ، ودرجة انصهار الطينة المستخدمة . وتحدد مدة الحرق إما بالنظر إلى درجة توهج الجسم الخزفي أو عن طريق أصابع إختبار مصنوعة من عجائن معينة تنصهر عند درجات حرارة معلومة والتي على ضوءها تحدد المدة الزمنية التي يغلق عندها الفرن . ثم يترك المنتج داخل الفرن ليبرد تدريجياً حتى لا يتعرض للتبريد الفجائي فيسبب ذلك ضرر للمنتج أو للطبقة المتزججة .

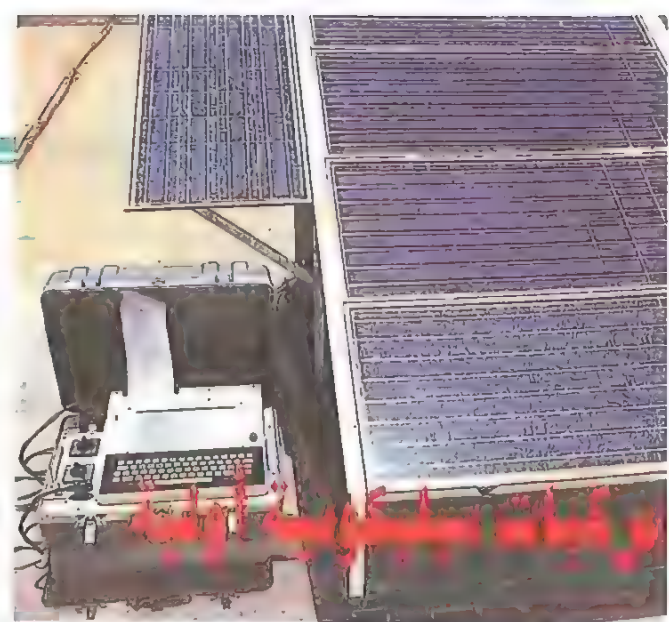
#### الفحص والتعبئة

يتم فحص المنتجات الخزفية وإنتقاء المنتجات الخالية من العيوب (انتفاخات أو تشققات على سطح المنتج) التي تحدث من وجود بعض الشوائب الضارة أثناء عملية الحرق أو التبريد ، ثم تعبأ تلك المنتجات في عبوات من الكرتون وتنقل إلى أماكن التوزيع .

#### صناعة الخزف في المملكة

تعد صناعة الخزف من الصناعات التقليدية القديمة التي ظهرت في المملكة منذ مئات السنين ، وقد ساعد توفر الخامات وسهولة الحصول عليها ونقلها من أماكنها على نمو هذه الصناعة وتطورها ، ويوجد الآن في المملكة العديد من المصانع الخزفية منها مصنع الفخار والخزف الحديث في مكة المكرمة ، ومصنع الخزف السعودي بالرياض الذي يستخدم أحدث التقنيات الحديثة في صناعة الأدوات الصحية والترايبيع . ومن ضمن المواد المستخدمة الموجودة بالمملكة مادة الميناء (البورسلان) لإنتاج سخان الخزف السعودي ، شكل (٢) حيث تم طلاء إسطوانة السخان من الداخل بهذه المادة التي تمنع تكون الصدأ داخل الخزان مما أدى إلى إطالة عمره وسهولة حصول المستهلك على مياه ساخنة ذات درجة نقاوة عالية لإستخدامها في إعداد الأطعمة والمشروبات .





## د. محمد شفيق الكنانى

**يعد السيليكون ثاني العناصر وفرة - بعد الأكسجين - في القشرة الأرضية ، إذ تبلغ نسبته حوالي ٢٥٪ وزناً ، ويوجد السيليكون في الطبيعة إما على شكل سيليكات حرة كالكوارتز والرمل والفلت ( الحجر الصوان ) ، وإما على شكل سيليكات معادن مثل سيليكات الألمنيوم والحديد والمغنيسيوم .**

يتم الحصول على السيليكون عالي النقاوة باختزال ثاني أكسيد السيليكون بالكربون ، ثم معالجة السيليكون الناتج بالكور لتكوين رباعي كلوريد السيليكون الذي يختزل بالهيدروجين بعد تنقيته ، كما يمكن الحصول على السيليكون بدرجة نقاوة أعلى بطريقة الصهر الموضعي (Depositional Melting) .

وهناك عدة أشكال تجارية للسيليكون هي :-  
١- الفيروسيليكون (FeSi) : وينقسم إلى ثلاثة أنواع طبقاً للنسبة المئوية لمحتواها من السيليكون وهي (FeSi-10) وتتراوح نسبة السيليكون فيه بين ٨٪ إلى ١٣٪ ، و (FeSi-90) بمحتوى سيليكون يتراوح بين ٨٧٪ إلى ٩٥٪ ، وسيليسيد (٦٠٪ إلى ٦٥٪ سيليكون) .

٢- سيليكون الصناعات التعدينية : وتتراوح نقاوته ما بين ٩٨,٥٪ إلى ٩٩,٧٪ .

٣- سيليكون الصناعات الإلكترونية : وتعتمد درجة نقاوة السيليكون - في هذه الحالة - على مجال استخداماته ، حيث تصل هذه النسبة غالباً إلى أكثر من ٩٩,٩٩٪ .

يستخدم السيليكون في صناعات عضوية وغير عضوية عديدة ، فبالإضافة إلى أهميته بصفة أساس في صناعة الاسمنت والزجاج والخزف ، فإنه يمكن استخدامه كمادة أولية في صناعات أخرى كثيرة منها الصناعات الإلكترونية ، والوصلات الضوئية ، والألياف البصرية ، وصناعة الطبقات الواقية والمقاومة للحرارة في أنظمة التسجيل بالليزر... وغيرها ، ومن المركبات السيليكونية التي يمكن استخدامها كمادة أولية في صناعات أخرى ما يلي :-

### هيدرات السيليكون

يشكل السيليكون مع الهيدروجين هيدرات (سيلانات) ذات صيغة كيميائية عامة  $(Si_n H_{2n+2})$  ، حيث تتراوح (n) بين واحد إلى ستة ، ويقع عنصر السيليكون في هذه السيلانات في مركز رباعي الوجوه مع وجود ذرات الهيدروجين على الرؤوس .

تمتاز السيلانات بأنها عديمة اللون ، وتزداد درجة غليانها بازدياد وزنها الجزيئي ، وهي مركبات غازية في درجة حرارة الغرفة ، جدول (١) ، كما أنها شديدة الفعالية فهي تتحلماً وتتأكسد بسهولة ، وتشتعل السيلانات تلقائياً في الهواء .

### ● تحضير السيلانات

تحضر السيلانات بصفة عامة من

الخواص السيلان	الوزن الجزيئي	درجة الانصهار (م)	درجة الغليان (م)
SiH <sub>4</sub>	٣٢,١٢	١٨٥ -	١١٢ -
Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	٦٢,٢٢	١٣٠ -	١٤,٥ -
Si <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	٩٢,٢٣	١١٧ -	٥٣ -
Si <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	١٢٢,٤٤	٩١ -	١٠٨ -

جدول (١) هيدرات السيليكون وبعض خواصها الفيزيائية .

تفاعل سيليسيد المغنيسيوم ( $Mg_2Si$ ) مع ١٠٪ من حامض كلوريد الهيدروجين (HCl) عند درجة حرارة ٥٠°م ، حيث يتم الحصول على مزيج من السيلانات (من  $SiH_4$  إلى  $Si_4H_{10}$ ) ، والتي يمكن فصلها بعضها عن بعض بواسطة التجزيء تحت الضغط المنخفض (High Vacuum Fractionation) ، ومن جانب آخر يمكن تحضير أحادي سيلان ( $SiH_4$ ) بشكل نقي من تفاعل سيليسيد المغنيسيوم مع كلوريد الأمونيوم في وجود غاز الأمونيا الجاف تحت ضغطه البخاري عند درجة حرارة الغرفة .

### ● استخدامات السيلانات

تستخدم السيلانات في تشكيل طبقة من السيليكون أو مركباته على سطوح متنوعة منها :

● سطوح العوازل : ويتم ذلك بتسخين السيلانات وتفككها عند درجات حرارة تتراوح من ٤٥٠°م إلى ٨٠٠°م تحت الضغط الجوي ، ثم تقسيته وإعادة بلورتها باستخدام حزمة من الطاقة ، ومن أمثلة ذلك تفكك وتشكل السيليكات على سطوح العوازل باستخدام أحادي السيلان ، وذلك كما يلي :



● على صفائح تصويرية كهربائية (Electrophographic) : ويتم ذلك بتوضع (Deposition) السيليكون الابلوري الناقل ضوئياً (Photoconducting) على تلك الصفائح ، وذلك بتفكك السيلان بواسطة البلازما .

### هاليدات السيليكون

تتميز هاليدات السيليكون (هالوجينو سيلانات) بأن بعضها مركبات غازية والأخرى سوائل عديمة اللون ، تدخن في الهواء ، وتتحلماً (Hydrolysis) بسهولة ، ولها تأثير مخرش على الأغشية المخاطية ، وتشتعل هاليدات السيليكون ذات المحتوى المرتفع من الهيدروجين تلقائياً في الهواء . تم تحضير ثمانية عشر مركباً من هاليدات السيليكون صيغتها العامة  $(Si H_n X_m)$  حيث  $(n+m=4)$  ، ويمكن استعراض أهم أنواع الهالوجينوسيلانات من حيث الصيغ

الجزئية ، والخواص الفيزيائية والكيميائية ، وطرق التحضير ، والاستخدامات ، جدول (٢) ، فيما يلي :

### ● كلوريدات السيلان

تأتي كلوريدات السيلان على عدة أشكال منها مايلي :-

- \* ثلاثي كلوروسيلان (SiHCl<sub>3</sub>) : ويعد من أهم هاليدات السيلكون ، ويتميز بما يلي :-
- ١- أبخرته سريعة الاشتعال .
- ٢- يشكل مزيجاً منفجراً مع الأكسجين .
- ٣- تشتعل أبخرته عند تماسها بسطوح ساخنة .
- ٤- يتفكك بالماء ويحرر الهيدروجين .
- طرق التحضير: وتتم باستخدام مصدرين أساسين هما :-

(أ) السيلكون : ويتم إما مباشرة أو على مرحلتين كالتالي :-

- ١- مباشرة : وذلك بتمرير مزيج من كلوريد الهيدروجين (HCl) ، والهيدروجين عند درجة حرارة تتراوح من ٢٥٠ إلى ٤٠٠ م فوق مركب الفيروسيلكون (FeSi-90) - محتوي مرتفع من السيلكون (٩٧٪) - أو فوق طبقة من السيلكون ممزوجاً مع كلوريدات الألومنيوم أو النيكل أو النحاس في مفاعل ذو طبقة ثابتة ، ثم تبرد النواتج بسرعة - بعد انتهاء التفاعل - في زمن أقل من ثانية واحدة

الخواص الفيزيائية	الوزن الجزئي	درجة الانصهار (م)	درجة الغليان (م)
SiH <sub>3</sub> F	٦٩,١٢	-	٩٨,٦-
SiH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	١٠٦,١١	١١٩,٠-	٧٧,٥-
SiHF <sub>3</sub>	١٤٢,١٠	١٢١,٠-	٩٧,٥-
SiF <sub>4</sub>	١٨٠,٠٩	٩٠,٢- (٥)	٩٨,٦-
SiH <sub>3</sub> Cl	٦٦,٥٧	١١٨,٠-	٢٠,٥-
SiH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	١٠١,٠١	١٢٢,٠-	٨,٥-
SiHCl <sub>3</sub>	١٢٥,٤٥	١٢٤,٠-	٢٦,٥
SiCl <sub>4</sub>	١٦٩,٨٩	٧٠,٠-	٥٧,٦
SiH <sub>3</sub> Br	١١١,٠٤	٩٤,٠-	٢,٠
SiH <sub>2</sub> Br <sub>2</sub>	١٨٩,٩٥	٧٠,٠-	٦٦,٠
SiHBr <sub>3</sub>	٢٦٨,٨٦	٧٢,٥-	١١٢,٠
SiBr <sub>4</sub>	٣٤٧,٧٧	٥,٠	١٥٣,٠
SiH <sub>3</sub> I	١٥٨,٠٢	٥٦,٥-	٤٦,٠
SiH <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	٢٨٢,٩١	١,٠-	١٤٩,٥
SiHI <sub>3</sub>	٤٠٩,٨٠	٨,٠	٢٢٠,٠
SiI <sub>4</sub>	٥٣٥,٦٩	١٢١,٠	٢٩٠,٠

(٥) عند ضغط ١٧٥٣ مليمي بار .

● جدول (٢) أهم الهالوجينوسيلانات ، وبعض خواصها الفيزيائية .

للحصول على مردود مرتفع من ثلاثي كلوروسيلان ، وفقاً للتفاعل التالي :-



٢- على مرحلتين : حيث يتم في المرحلة الأولى تفاعل السيلكون مع رباعي كلورو سيلان عند درجات حرارة تتراوح من ١١٠٠ إلى ١٢٠٠ م ، ثم يعالج المنتج الناتج - في المرحلة النهائية - بكلوريد الهيدروجين ، وتتراوح نسبة تحول رباعي كلوروسيلان إلى ثلاثي كلوروسيلان من ٥٠٪ إلى ٦٠٪ وفقاً للمعادلة التالية :-



(ب) رباعي كلوروسيلان : ويحضر إما مباشرة أو على مرحلتين كما يلي :-

- ١- مباشرة : ويتم بتفاعله مع الهيدروجين بنسبة مولية ٢:١ في مفاعلات ذات طبقة فوّارة في غياب السيلكون ، وفي درجات حرارة مختلفة هي ١١٠٠ و ١٢٠٠ م ، و ١٥٠٠ م بمردود ٢٧٪ ، ٣١٪ ، و ٣٥٪ على التوالي ، وذلك وفقاً للمعادلة التالية :



٢- على مرحلتين : حيث يتم في المرحلة الأولى تفاعل رباعي كلوروسيلان مع الهيدروجين في مفاعل عند درجة حرارة ١٠٥٠ - ١٢٥٠ م ، وفي المرحلة الثانية يبرد مزيج التفاعل الناتج عن المرحلة الأولى إلى درجة حرارة ٢٥٠ - ٣٥٠ م ، ثم يتم تفاعل المزيج عندئذ مع السيلكون - في مفاعل آخر - معطياً مزيجاً آخر يحتوي على ٣٨٪ من ثلاثي كلوروسيلان و ٦١٪ من رباعي كلوروسيلان .

- تنقية ثلاثي كلوروسيلان : وتتم عند استخدامه لإنتاج سيلكون عالي النقاوة من الشوائب - مثل كلوريدات الكالسيوم والألمنيوم والتيتانيوم والنحاس والمغنيسيوم والحديد والبورون والفوسفور - التي تبقى في السيلكون المتشكل وذلك بعدة طرق منها :-

- ١- اختزال الشوائب إما بالهيدروجين أو بادمصاصها بواسطة أعمدة مملوءة بالسيليكا المنشط - أو كربون منشط أو في مبادلات أيونية أو بالتيتانيوم المسامي (Sponge Titanium) .

٢- معالجة ثلاثي كلوروسيلان بمركبات كيميائية - تشكل معقدات معه - مثل حامض

الثيوجليكوليك ، أو بيتا - نفتثيل أمين أو أملاح من إيثيلين ثنائي أمين رباعي حامض الخل ، ثم استخلاص المنتج بسيانيد الميثان للحصول عليه بنقاوة عالية .

- استخداماته : وتتمثل في عدة أغراض صناعية منها :

- ١- إنتاج السيلكون الشمسي (Solar Silicon) ، وطبقات من السيلكون البلوري بوساطة تحلل ثلاثي كلوروسيلان في وجود الهيدروجين .
- ٢- إنتاج السيليكا التي تستخدم كمادة مألثة .
- ٣- صناعة سيراميك نيتريد السيلكون .
- ٤- معالجة سطح البورون أو البوريدات .
- ٥- الطباعة على الشاشات (Screen Printing) .

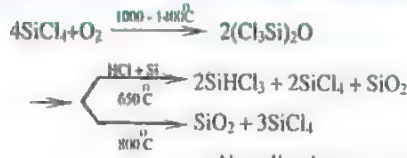
\* رباعي كلوروسيلان (SiCl<sub>4</sub>) : وهو عبارة عن سائل شفاف عديم اللون ، يتميزه بسهولة في الماء ، - منتجاً مركباً جيلاتينياً من (SiO<sub>2</sub>) - ، وقابل للذوبان في بعض المذيبات العضوية مثل البنزين والإيثر والكوروفورم والإيثر البترولي ، كما أنه يتفاعل مع الكحولات معطياً إسترات لحامض السيليسيك . وبشكل رباعي كلوروسيلان مركبات كيميائية من كلوريدات أكسي السيلكون (SiOCl<sub>2</sub>) - سوائل لزجة عديمة اللون - عندما يتحللأ بشكل جزئي بمزائج من الإيثر والماء .

- طرق التحضير :- وتتم صناعياً بعدة طرق منها :

(أ) كلورة الفيروسيلكون (< ٩٠٪ سيلكون) أو السيلكون النقي : حيث يُغذى فرن التفاعل - عند درجة حرارة أعلى من ٥٠٠ م - بكتل كسبييرة من الفيروسيلكون فيتشكل رباعي كلوريد السيلكون ، مع بعض الكلوريدات الطيارة (مثل كلوريد الحديد ، وكلوريد الألمنيوم) ، وغير الطيارة (مثل كلوريد الكالسيوم) ، ومكونات أخرى غير مكورة مثل أكسيد السيلكون .

تتم إزالة الكلوريدات غير الطيارة والمكونات غير المكورة من وقت لآخر ، بينما تكثف الكلوريدات الطيارة بشكل جزئي بحيث تبقى درجة حرارة وعاء التجميع ثابتة عند درجة حرارة معينة تسمح بتقطير وتكثيف رباعي كلوروسيلان الناتج من عملية الكلورة .





#### ● بروميدات السيلان

تشكل البروميدات مع السيليكون عدة بروموسيلانات منها :-

\* رباعي بروموسيلان ( $\text{SiBr}_4$ ) : وهو عبارة عن سائل عديم اللون ينصهر عند درجة حرارة  $^\circ\text{C}$  ٢٠٥، ويغلي عند درجة حرارة  $^\circ\text{C}$  ١٥٣، ويتم الحصول عليه من تفاعل السيليكون مع البروم في الطور البخاري عند درجات حرارة أعلى من  $^\circ\text{C}$  ٦٠٠ وذلك كما يلي :-



يستخدم رباعي بروموسيلان كمادة خام في صناعة السيليكون ومركباته منها مايلي :

- صناعة الألياف السيليكونية ، وسيليكون الناقل الضوئي .

- صناعة طبقات من السيليكون النقي بتوضعه بواسطة التحلل الكهربائي للمركب في محلول من رباعي بروميد السيليكون ، في وجود مذيبات عضوية بروتونية (Protic) .

- إنتاج ثلاثي بروموسيلان ( $\text{SiHBr}_3$ ) بتفاعل السيليكون مع رباعي بروموسيلان عند درجة حرارة  $^\circ\text{C}$  ٦٠٠ -  $^\circ\text{C}$  ٨٠٠ في جو من الهيدروجين .

- إنتاج نيتريد السيليكون ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) الذي يستخدم كطلاء أو لسد مسامات الأجسام الصلبة وذلك بتعرضها لبخار رباعي بروموسيلان ( $\text{SiBr}_4$ ) ، ثم تفاعلها مع الأمونيا .

- إنتاج شعيرات من أكسيد القصدير ( $\text{SnO}_2$ ) .

- النقش (Etching) على الألنيوم وخالطه المعدنية .

#### ● يودات السيليكون

تأتي يودات السيليكون على أشكال منها :-

\* يوديد السيليكون ( $\text{SiI}_4$ ) : وهو عبارة عن مادة بلورية حساسة جداً للإمهاء ، وتنصهر عند درجة حرارة  $^\circ\text{C}$  ٢١١، وتتفكك إلى عناصرها إما بالتسخين أو عند تعرضها للضوء ، كما أنها تتفاعل مع الأكسجين عند درجات حرارة مرتفعة محررة اليود .

تتم صناعة يوديد السيليكون بعورور غاز خامل مثل (غاز النيتروجين) مشبع ببخار اليود وذلك إما على سيليكون يحتوي على ٤٪ من النحاس عند درجة

(١) كلورة الفيروسيليكون (بمحتوى سيليكون ٥٠٪) : وتتم العملية عند درجة حرارة  $^\circ\text{C}$  ٦٠٠م في مفاعل أنبوبي فينتج عن ذلك ٥٥٪ وزناً من سداسي كلوروثنائي سيلان ، و ٤٤٪ وزناً من رباعي كلوروسيلان ، مع نسبة تحول للفيروسيليكون تصل إلى ٧٠٪ ، بالإضافة إلى ذلك تحتوي النواتج على بولي كلورو بولي سيلانات التي يمكن فصلها وتفككها بواسطة الكلور في مفاعل ذو طبقة فوارة عند درجة حرارة  $^\circ\text{C}$  ٢٥٠ -  $^\circ\text{C}$  ٤٥٠ لتعطي مزيداً من سداسي كلوروثنائي سيلان وذلك وفقاً للتفاعل التالي :



(ب) كلورة السيليكون في الطور السائل (Liquid Phase) : ويتم ذلك عند درجة حرارة  $^\circ\text{C}$  ١٥٠، وفي وجود مادة محفزة تحتوي على كلوريدات الصوديوم والبوتاسيوم والزنك ، ينتج عن تفاعل الكلورة المذكورة مزيجاً مكوناً من رباعي كلوروسيلان ( $\text{Si}_2\text{Cl}_4$ ) ، وسداسي كلورو ثنائي سيلان ( $\text{Si}_2\text{Cl}_6$ ) ، ورباعي كلورو ثنائي سيلان ( $\text{Si}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$ ) بنسب وزنية ١٢: ١٧: ١١ على التوالي ، حيث يتم فصلها بعضها عن بعض بطريقة التقطير التجزيئي للحصول على المنتج المطلوب .

- الاستخدامات : وتتمثل في عدة عمليات صناعية منها :

١- الحصول على دقائق ناعمة من السيليكون النقي .

٢- توضع (Deposition) عنصراً السيليكون على صفائح الكوارتز- المستخدمة في الصناعات الإلكترونية - أو تغطية الألياف البصرية . وتتم العمليات الصناعية السابقة بواسطة التحلل الحراري للمركب المذكور .

\* كلوريدات سيليكونية أخرى : ومنها سداسي كلورو ثنائي سيلوكسان - ( $\text{Cl}_3\text{Si})_2\text{O}$  - ويحضر بتفاعل رباعي كلورو سيلان مع ثلاثي أكسيد الكبريت عند درجة حرارة  $^\circ\text{C}$  ٥٠٠، وفقاً للتفاعل التالي :



ويستخدم سداسي كلوروثنائي سيلوكسان للحصول على كلوروسيلانات أخرى كما في التفاعل التالي :

واللحصول على مردود أعلى من رباعي كلوروسيلان يبرد المتبقي من شوائب الكلوريدات عند درجة حرارة  $^\circ\text{C}$  ٢٥٠، ومن ثم يتم تنقية الناتج ( $\text{SiCl}_4$ ) بعمليات التبخير ثم التكثيف ثم التقطير التجزيئي .

(ب) الكلورة : وتتم بتفاعل كربيد السيليكون ( $\text{SiC}$ ) مع الكلور - يضاف أحياناً كمية قليلة من السيليكون لتنشيط التفاعل - في فرن عمودي مصنوع من الفولاذ أو من حديد الصلب ومبطن بصفائح من الكربون ، ثم يكتف ناتج التفاعل في أنظمة تكثيف خاصة معطياً رباعي كلوروسيلان ، وذلك كما يلي :



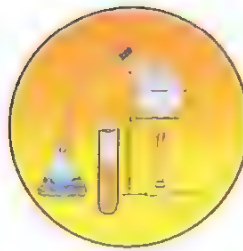
(ج) من السيليكا والكربون والكلور : ويتم فيه مزج السيليكا النقية بكلوريدات معادن قلوية ترابية - مثل كلوريدات البوتاسيوم والكالسيوم - ومسحوق الكربون ، ومواد مخفضة لدرجة حرارة التفاعل مثل الرمل ، ثم تتم معالجة المزيج الناتج بالكلور عند درجة حرارة مرتفعة في مفاعل ذو طبقة ثابتة أو طبقة فوارة ، يلي ذلك فصل نواتج التفاعل الغازية من المواد الصلبة الناتجة عن التفاعل - بواسطة جهاز فصل خاص - ثم تبريد في مبادلات حرارية حيث يكتف رباعي كلوريد السيليكون ، ويتم تنقيته بالتقطير ، وفقاً للمعادلة التالية :



- استخداماته : وتتمثل بصفة أساس في الحصول على سيليكون (Si) عالي النقاوة جداً ، وذلك إما بالتفكك الحراري للسيلان المذكور في وجود الهيدروجين أو بواسطة التحلل باللهب ، كما يستخدم أيضاً لتغطية سطوح المعادن بالسيليكون المقاوم للتآكل مثل الفولاذ والحديد والموليبدنوم (Mo) ، والتنجست (W) ، والتنتالوم (Ta) وذلك بتسخين المعدن المراد تغطيته في جو من رباعي كلوريد السيليكون والهيدروجين أو رباعي كلوريد السيليكون بمفرده عند درجة حرارة تتراوح بين ١٠٠٠ إلى  $^\circ\text{C}$  ١٤٠٠ ، وذلك وفقاً للتفاعلين التاليين :



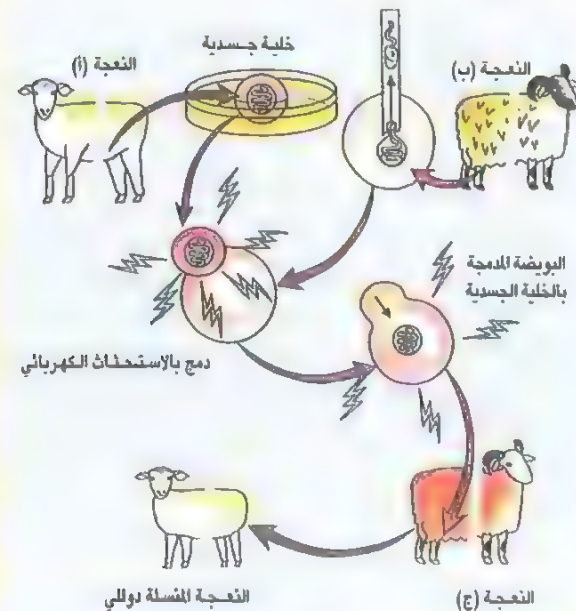
\* سداسي كلوروثنائي سيلان ( $\text{Si}_2\text{Cl}_6$ ) : ويصنع بعدة طرق منها مايلي :-



## قضايا علمية

### الهندسة الوراثية وتوقعات المستقبل

- ١ - أخذ خلية جسمية من ضرع نعجة (أ) ووضعها في محلول مغذي خفيف جداً يسمح لها بالبقاء - بكامل مورثاتها - ولكن لا يعزز قدرتها على التكاثر أو الانقسام (تجوع الخلية).
- ٢ - أخذ بويضة كاملة غير ملقحة يوجد بها نصف عدد الصبغات (Chromosomes) من رحم نعجة (ب).
- ٣ - إزالة العوامل الوراثية من نواة البويضة المعزولة للنعجة (ب) لاستبعاد مخزونها الوراثي بأكملها.
- ٤ - استخدام أسلوب جديد يعتمد على الشحنة الكهربائية يتم فيه الاندماج بين خلية جسمية غير جنسية وبويضة، وذلك باستحداث بويضة النعجة (ب) بالاندماج مع الخلية الجسمية للنعجة (أ) - والتي تحتوي على كامل مورثاتها - لإنتاج البويضة المدمجة بالخلية الجسمية.
- ٥ - انقسام الخلية المدمجة بالخلية الجسمية بواسطة الشحنة الكهربائية لتكوين جنين أولى (مشيج) ونقله ووضعه في رحم نعجة (ج) بعد ستة أيام.
- ٦ - ولادة النعجة (ج) للنعجة دوللي التي تطابق النعجة (أ) نظراً لأن المخزون الوراثي الوحيد للنعجة دوللي كان من النعجة (أ) دون



شكل (١)

(\*) الاستنساخ (Transcription) عبارة عن تكوين جزئي أو أجزاء من أحماض ريبوسومية مثل (mRNA) و (rRNA) و (tRNA) بواسطة قالب من الحامض النووي منقوص الأكسجين (DNA Template) أثناء عملية البناء الحيوي.

الهندسة الوراثية هي تقنية يتم فيها إعادة تنظيم وتوليف الجهاز الوراثي للخلية الحية - المورث (Gene) - والمتمثل في الحامض النووي منقوص الأكسجين (DNA)، وذلك لاكتساب تلك الخلية ميزات أو صفات جديدة.

تعد عملية التنسيل (Cloning) أحد مفاهيم الهندسة الوراثية الهامة، وفيها يتم الحصول على نسائل أو نسخ وراثية متطابقة، وذلك من خلايا نشأت من عدة انقسامات متتالية لخلية واحدة حية بطريقة لا جنسية.

وهذا المفهوم لا يعني كلمة الاستنساخ - التعبير الشائع لعملية التنسيل - حيث أن الاستنساخ (\*) عبارة عن جزئية قليلة من عمليات الهندسة الوراثية.

أمكن الاستفادة من عملية التنسيل في العديد من التطبيقات الزراعية والصناعية، حيث أمكن مثلاً إدخال صفات وراثية مرغوبة وإزالة صفات غير مرغوبة في الكثير من النباتات، كما أمكن بواسطتها تصنيع بعض الأدوية والطعوم باستخدام بعض الميكروبات.

وقد امتدت يد العلماء للعبث بالحيوان بإجراء عملية التنسيل عليه، فبعد ٢٧٧ محاولة فاشلة تمكن عالم الهندسة الوراثية الدكتور إيان ويلموت (Ian Wilmut) وفريقه من معهد روسلين (Roslin) بادنبره وبالتعاون مع شركة (PPL Therapeutics) تنسيل نعجة أطلق عليها دوللي (Dolly) باستخدام خلايا جسمية من نعجة أخرى، وتتلخص هذه العملية، شكل (١) في الخطوات التالية:

حرارة ٦٠٠-٧٠٠م، وإما فوق حبيبات من السيليكون عند درجة حرارة ١١٥٠ - ١٢٠٠م، وفقاً للتفاعل التالي:



تستخدم يودات السيليكون بصفة أساس في الحصول على سيليكون بنقاوة عالية جداً - يدخل في صناعة الخلايا الشمسية، وكمادة خام في السبائك المعدنية الخزفية والألياف البصرية - وذلك بتفكيكها حرارياً في وجود الهيدروجين، أو بتحللها كهربائياً في مذيبات لابروتونية (Aprotic).

#### ● سلفيدات السيليكون

تأتي سلفيدات السيليكون المستخدمة في الصناعات اللاعضوية على أشكال عدة أهمها:-

\* سلفيد السيليكون ( $\text{SiS}_2$ ): وهو عبارة عن شعيرات بيضاء اللون - تشبه شعيرات الأسبستوس - تتحلل بسهولة، وتنصهر عند درجة حرارة ١٠٩٠م، وتتسامى عند درجة حرارة ١٢٠م.

- طرق التحضير: ويتم بعدة تفاعلات منها ما يلي:

١- تفاعل السيليكون والكبريت عند درجة حرارة ١١٠٠-١٢٠٠م.

٢- تفاعل السيليسيدات وذلك إما مع الكبريت عند درجة حرارة أعلى من ٧٠٠م، أو مع كبريتيد الهيدروجين عند درجة حرارة ١١٠٠-١٢٠٠م، ويستعاد ( $\text{SiS}_2$ ) المتشكل من مزيج التفاعل بعملية التسامي (Sublimation).

٣- التفكك الحراري لإسترات حامض ثيو السيليسيك (مثل الإستر الإيثيلي) عند درجة حرارة ٢٠٠م، كما في التفاعل التالي:



- الاستخدامات: وتتمثل بصفة أساس فيما يلي:

١- تحضير نتريد السيليكون وذلك بتفاعله ( $\text{SiS}_2$ ) مع الأمونيا عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٨٠٠ إلى ١٤٠٠م.

٢- نزع بعض المركبات السيليكونية في عمليات التنقية، فعلى سبيل المثال يمكن الحصول على أكسيد زركونيوم نقي بواسطة تحول شوائب السيليكا الموجودة مع الأكسيد وذلك بتفاعلها مع الكربون عند درجة حرارة ٢٠٠م، كما في التفاعل التالي:





## الاخصاب في الحيوانات الثديية

إن كل خلية كاملة النمو في الحيوان الثديي ، عبارة عن كائن حي يحتوي على قائمتين كاملتين من الصبغيات ( الكروموسومات ) واحدة مصدرها الذكر والأخرى من الأنثى ، وبإستثناء الخلايا الجنسية في الذكر والأنثى - خلايا النطاف عند الذكر والبويضات عند الأنثى ، حيث يحتوي كل منهما على قائمة واحدة فقط من الصبغيات - فإن كل صبغي في الجنين المتكون من تلقيح الحيوان المنوي للبويضة عبارة عن صبغي مزدوج من الأبوين نتيجة تضاعف صبغي الذكر بقرينه من الأنثى ، وبهذا تتضاعف أيضاً عملية تبادل العوامل الوراثية وإندماج تلك الأنماط الوراثية المحتملة في الذرية بشكل كبير ، مما ينجم عنه هذا التنوع الكبير الذي نلاحظه حتى بين الإخوة من غير التوائم الحقيقية ، وينسحب هذا الوصف على كل أشكال الحياة في الأرض .

### ● التطبيقات الممكنة للهندسة الوراثية

ينفذ حالياً ومنذ شهر مايو ١٩٨٥ م برنامجاً دولياً - تنفذه منظمة دولية أطلق عليها « منظمة الكتلة الوراثية البشرية ( HUGO ) » - تشترك فيه كل من الولايات المتحدة واليابان وفرنسا وألمانيا وبريطانيا وكندا وإيطاليا - والتي هي مختصر كلمتي ( Human Genome ) أو المخزون الوراثي البشري . يهدف البرنامج إلى معرفة سلسلة وتتابع المكونات الأساسية للعوامل الوراثية في الإنسان ، أي بمعنى آخر سيوفر هذا البرنامج المعرفة الكاملة بخريطة العوامل الوراثية في الإنسان ( خريطة المورثات أو الجينات ) . كان من المتوقع إنجاز هذا المشروع خلال خمسة عشر عاماً إلا أنه تبين أن ربع قرن على الأقل هو الحد الأدنى لإنهائه إذ لم ينجز منه حتى الآن - وفق أحدث التقارير - أكثر من ٢٠٪ ، كما أنه سيكلف أكثر من ٥ بليون دولار أمريكي ( تشير تقديرات أخرى إلى أكثر من ضعف هذا المبلغ ) . ويعد المشروع أكبر مشروع بيولوجي طموح في التاريخ حيث يعمل فيه آلاف العلماء لانجازه ولم يعد يطلبون سوى الوقت والمال ، ويتوقع أن تغطي مدونته بعد إنهائه أكثر من مليون صفحة مطبوعة جميعها في حاسب آلي فائق القدرة .

يتمثل الدافع المباشر المعلن للبرنامج في المساعدة على حل ومعرفة تشفير العوامل الوراثية في الإنسان ، ومن ثم معرفة المورثات التي يوجد بها خلل أو نقص والتي يتسبب عنها الأمراض الوراثية ، ولقد تم تحديد العديد من

مثل هذه الأمراض ، مثل تحديد المورثات المسؤولة عن فقد البصر ، وبعض أنواع السرطانات ( الثدي ، الدم ، القولون ) وأمراض أخرى ، وتشير أحدث التقارير التي تم الإعلان عنها - وغير المؤتقة - أنه قد تم تحديد مورثات مسؤولة عن أمراض سلوكية مثل الشذوذات الخلقية ، أو المسالك الإجرامية غير أن هذه التقارير لم يتم توثيقها بعد . وتتمثل التطبيقات التي تم تحقيقها حالياً في الهندسة الوراثية في إدخال المورثات المسؤولة عن النمو وما أدى إليه من إنتاج أجنة فئران بحجم الجردان ، وكذلك هرمونات إدرار اللبن في الأبقار ( BST ) وما نجم عنه من زيادة إدرارها بمعدل ٢٥٪ دون تغيير للعليقة الغذائية ، وأنواع التقنيات المختلفة للمورثات والتلاعب فيها ( تطعيم وترقيع ودرز ) ، إضافة إلى الإختراق الأخير الذي نجم عنه النعجة ( دوللي ) وضع اللمسات الأخيرة على خارطة المورثات البشرية ، وقد إنعكست تلك التطبيقات على تطور مذهب في سوق الإستثمارات المالية وعلى جداول أسواق البورصات العالمية ، ففي عام ١٩٩١ م كان عدد الشركات العاملة في مجالات التقانات الحيوية ( ٣٦ ) شركة بلغ ريع صناعيتها أربعة بلايين من الدولارات ، إرتفع في العام الحالي إلى أكثر من أربعين بليون ، كما تشير الأرقام المؤكدة لقياس النمو الإقتصادي إلى أنها ستصل في غضون ثلاثة سنوات - بحلول عام ٢٠٠٠ م - إلى ستين بليون دولار .

### ● الإستنتاجات

١ - يستنتج من كل ما سبق ذكره أن قدرة الله عز وجل في الكائنات الحية وخلقها وتكوينها هي من صفات الخالق الباري وحده ، والإختراق العلمي الذي تحدثنا عنه في إنسال النعجة دوللي ، تم إنجازه على كائنات خلقها الله بفضل العقل البشري الذي خلقه الله وأودعه إلى الإنسان وعلمه ما شاء له أن يعلمه بعد أن حث الله على العلم والمعرفة والتدبر والتفكير في خلق الله وليس لمحاولة تغيير خلقه لأن هذا ضلال ❗ ولاضلنهم ولأمنينهم ولأمرنهم فليبتكن آذان الأنعام ولأمرنهم فليغيرن خلق الله .. ﴿ [ سورة النساء : الآية ١١٩ ] .

٢ - إن علم الهندسة الوراثية هو ما علم الله الإنسان وبفضل منه وبما أتاح له أن يعرفه بعد علم وبحث ودراسة ، وستؤتي ثمار هذا العلم إن شاء الله في ثلاثة مجالات أساسية لصالح الإنسان والبشرية وهي :

### ● المجالات الطبية وتمثل في:

- إستجلاء كنه المورثات المسببة للأمراض ؛ حيث تم حتى الآن تحديد بعض المورثات المسببة لبعض الأمراض السرطانية مثل سرطان الدم ، وسرطان القولون .

- إكتشاف الأمراض الوراثية الخطيرة في الأجنة البشرية عن طريق فحص المورثات مما سيسهل تقديم العلاجات الكافية في مراحل مبكرة للمريض قبل إنتشاره .

- إنتاج الأدوية والطعوم عن طريق الميكروبات بإستخدام طرق الهندسة الوراثية ، وقد تم إنتاج الجيل الأول من هذه الأدوية وعددها ٥٠ دواء - منها ٢٠ دواء يتم حالياً تداولها في الأسواق . - إنتاج الأنزيمات ، الفيتامينات ، اللقاحات ، الأمصال ، مضادات الأجسام أحادية النسل ، إنتاج الأحماض الأمينية والقلويدات ، وكواشف التشخيص . - إنتاج الإنترفيرون .

### ● المجالات الزراعية والبيطرية ومنها :

- إنتاج سلالات وأنواع من محاصيل غذائية ( خضار ، فواكه .. حبوب ) مقاومة للتلطف وللظروف البيئية مثل الصقيع ، أو الإصابة بالحشرات ( الذرة ، فول الصويا ) ، ويمكن تخزينها لوقت أطول مثل الطماطم ، والبطاطا . - زيادة إنتاج المحاصيل المعروفة وتخفيف تكاليف الإنتاج .

- إنتاج محاصيل ذات قيمة غذائية أكبر مثل محاصيل أغنى بالبروتين ، محاصيل تعطي زيوتاً أكثر وأفضل نوعية وأكثر تشبعاً . - إنتاج نباتات علفية ذات قيمة غذائية أعلى ومزايا هضمية أفضل .

- تخفيف إحتياجات النباتات للأسمدة عن طريق تثبيت النيتروجين الجوي في التربة بواسطة بكتيريا العقد الجذرية المثبتة للنيتروجين . - إنتاج وتطوير سلالات أكثر قدرة أو قليلة الإحتياجات المائية ، أو تتحمل المياه المالحة أو الجفاف أو الرطوبة .

- إستيلاء مواشي أكثر مقاومة للأمراض ، - زيادة إدرار الحليب وإنتاجه في الأبقار بإستخدام الهرمونات .

- إنتاج اللقاحات التي تمنع حدوث الأمراض الشائعة التي تعاني منها المواشي . - معالجة الأمراض الشائعة في الأبقار مثل التهاب الضرع والإصابة بالطفيليات .

### ● المجال الصناعي ويتمثل في:

- إستخلاص المعادن وتصنيعها وتنقيتها وترشيحها .

- تحسين صفات الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في عمليات إنتاج مواد الطاقة ( الإيثانول ، الميثان ) .

- إنتاج البروتينات وحيدة الخلية من المشتقات البترولية .

- إنتاج مواد كيميائية وصناعية مثل المواد الحافظة ، مواد تحسين الطعم والنكهة والذوق ، أحماض عضوية ذات قيمة صناعية عالية .



عرف الإنسان الأسمنت الطبيعي منذ زمن بعيد ، عندما لاحظ أن أنواعاً من التربة العادية تتماسك عند إضافة الماء إليها، بالتالي فقد استخدم أنواعاً بسيطة منها كمادة لاصقة وإن كانت ليست مثل الأسمنت المعروف اليوم ، فعلى سبيل المثال استخدم اليونانيون أنواعاً من بقايا رماد البراكين في خلط مادة شبه أسمنتية . كذلك فإن أهرامات مصر لا بد وأنها تحتوي على مادة ربط لتلك الكتل الكبيرة من الحجر . أما أسمنت اليوم فتعود بدايته إلى عام ١٨٢٤م تقريباً عندما قام الإنجليزي جوزيف أسبدين بحرق الحجر الجيري وأجزاء من

الطين (Clay) كأول أسمنت صناعي سماه الأسمنت البورتلاندي لأن الخرسانة الناتجة منه تشابه حجر بناء يجلب من منطقة أسمها ممر بورتلاند في إنجلترا ، وهذا عكس ما يتصوره الكثير من الناس اليوم من أن الأسمنت البورتلاندي يسمى كذلك نسبة إلى مدينة بورتلاند بولاية أوريغن الواقعة على الساحل الغربي للولايات المتحدة الأمريكية .

٤- ألومينات حديد رباعي الكالسيوم (Tetracalcium Alumino Ferrite C3AF) .

وتوضح المعادلة الموضحة في شكل (١) عملية التفاعل الحراري للمواد الخام لإنتاج الكلنكر .

تشكل المواد الكلسية للكلنكر - والمذكورة سابقاً - حوالي ٩٠٪ من كتلة الأسمنت حيث يضاف إليها مادة الجبس بنسب تتراوح بين ٢-٥٪ لضبط عملية تصلب (تماسك) الأسمنت ، وهي تختلف من حيث الكمية المضافة باختلاف النوع المنتج .

وينجم عن إضافة الماء للمنتج النهائي تفاعل إمهة (Hydration) طارد للحرارة (Exothermic) وذلك وفقاً لمعادلات التفاعل في شكل (٢) .

تشكل سيليكات الكالسيوم حوالي ٧٥٪ من كتلة الأسمنت البورتلاندي، وهي تتفاعل مع الماء كما هو موضح في تفاعلات الإمهة لتنتج هلام التوبرمورايت (Tobermorite Gel) وهيدروكسيد الكالسيوم ، حيث يشكل هذا الهلام حوالي ٥٠٪ من كتلة الأسمنت البورتلاندي المميّه (Hydrated Portland Cement) بينما يشكل هيدروكسيد الكالسيوم ٢٥٪ .

المنتج - لتصبح جاهزة للاستخدام في المنشآت والمباني المختلفة.

وبما أن مادة الطين (Clay) عبارة عن ألومينو سيليكات فإن مصدر أكسيد الألومنيوم والسيليكا لتصنيع الأسمنت يأتي بصفة أساس من الطفلة الصخرية (الطين) والتي تختلف فيها نسب أكسيد الألومنيوم والسيليكا حسب نوع الطين المستخدم .

### تفاعلات مواد التصنيع

يصنع الأسمنت بخلط المواد الجيرية والطينية والحديدية بنسب معينة لتعطي المواد المطلوبة من الكالسيوم والسيليكا وأكسيد الألومنيوم وأكسيد الحديد . ويتم بعدها طحن تلك المواد جيداً لتسهيل عملية الحرق التي تتم عند درجة حرارة ١٥٠٠م . يطلق على المادة بعد الحرق اسم الكلنكر (Clinker) ، وهي مادة مكونة من المواد التالية :-

- ١- سيليكات ثلاثي الكالسيوم (Tricalcium Silicate- C3S) .
- ٢- سيليكات ثنائي الكالسيوم (Dicalcium Silicate- C2S) .
- ٣- ألومينات ثلاثي الكالسيوم (Tricalcium Aluminate- C3A) .

بالرغم من معرفة الأسمنت البورتلاندي في ذلك الوقت إلا أن الإنتاج التجاري له لم يتبلور إلا مع مطلع هذا القرن (١٩٠٠م) وذلك بسبب ارتفاع تكاليف تصنيعه - حينئذ - وقلة الطلب عليه .

وقد تطورت صناعة الأسمنت وتزايد حجم الإنتاج تزايداً مضطرباً في القرن الحالي باستثناء فترتي الحربين العالميتين الأولى والثانية ، ففي عام ١٩٠٠م قدر حجم الإنتاج العالمي من الأسمنت بخمسة وعشرين مليون طن في العام بينما بلغ في عام ١٩٩٠م أكثر من ألف مليون طن في العام .

### تعريف الأسمنت

تطلق كلمة أسمنت في هذا المقال على المادة التي لها خاصية تماسك مع بعضها ببعض أو بمواد أخرى مثل الرمل والحصى والقضبان الحديدية عند إضافة الماء لها لتنتج مادة صلبة تشبه حجر بورتلاند المعروف بإنجلترا . وعلمياً يطلق على هذا النوع من الأسمنت بأنه خليط من المواد الجيرية وأكسيد الألومنيوم (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) والسيليكا (SiO<sub>2</sub>) والحديد ومواد أخرى بنسب معينة ، تطحن جيداً ثم تحرق ، ثم يضاف إليها مواد أخرى - حسب نوع



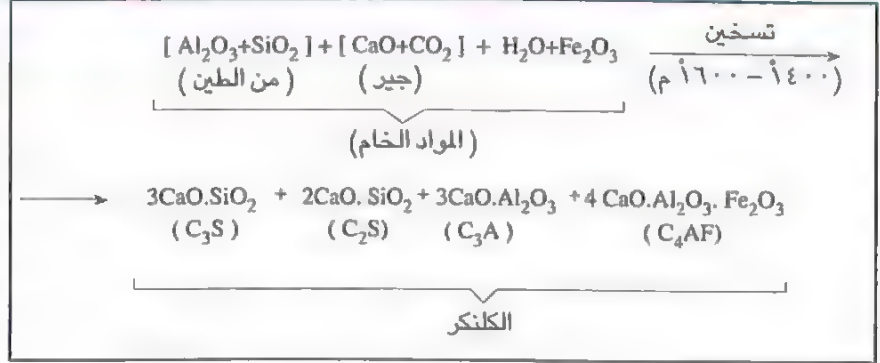
وعلى الرغم من أن الـ (C<sub>3</sub>A) قليل المقاومة إلا أن وجوده مع مكونات الاسمنت الأخرى يساعد على عملية التصلد بسبب الحرارة الناتجة عن إماهته ، كما أنه يكسب الاسمنت مقاومة ضد الكبريتات (Sulphates) التي قد تتواجد على شكل أملاح في بعض الأماكن .

● ألومينات حديد رباعي الكالسيوم (C<sub>4</sub>AF) : وهي مادة مثل (C<sub>3</sub>A) سريعة الإماهة وليست لها مقاومة عالية للكبريتات ولكنها على النقيض منها ليست سريعة التصلد .

يوضح الشكل (٢) الاختلاف في سرعة الإماهة لمكونات الاسمنت الأربعة المذكورة ، وبما أن سرعة الإماهة لها علاقة طردية مع حرارة التفاعل فمن الواضح أن الحرارة الناتجة عن إماهة (C<sub>3</sub>A) هي الأعلى ، تليها (C<sub>3</sub>S) ، ثم (C<sub>4</sub>AF) ، وأخيراً (C<sub>2</sub>S) . إضافة لمكونات الاسمنت فإن حجم حبيباتها ، وكمية الماء المضافة ، ودرجة الحرارة عند التفاعل لها علاقة بسرعة التفاعل ، لأنه كلما قل حجم الحبيبات ، وزادت كمية الماء المضافة وارتفعت درجة حرارة المواد المتفاعلة ازدادت سرعة تفاعل الإماهة .

### أنواع الأسمنت البورتلاندي

تختلف أنواع الاسمنت البورتلاندي باختلاف الهدف من استخدامه ، وبالتالي



● شكل (١) تفاعلات مواد الاسمنت الخام لإنتاج الكلنكر.

أثناء عملية التكوين ، ويعد الشكل (β) هو الأهم في صناعة الاسمنت البورتلاندي لأنه المسؤول عن متانة الاسمنت المتأخرة التي تكتمل بعد ٢٨ يوماً . ويرجع ذلك إلى أن تفاعل الإماهة - لهذا الشكل (C<sub>2</sub>S) - يسير ببطء وتنتج عنه حرارة منخفضة مقارنة بتفاعل سيليكات ثلاثي الكالسيوم (C<sub>3</sub>S) . وعليه فإن (C<sub>2</sub>S) تسهم بقدر ضئيل في تحديد مقاومة الاسمنت .

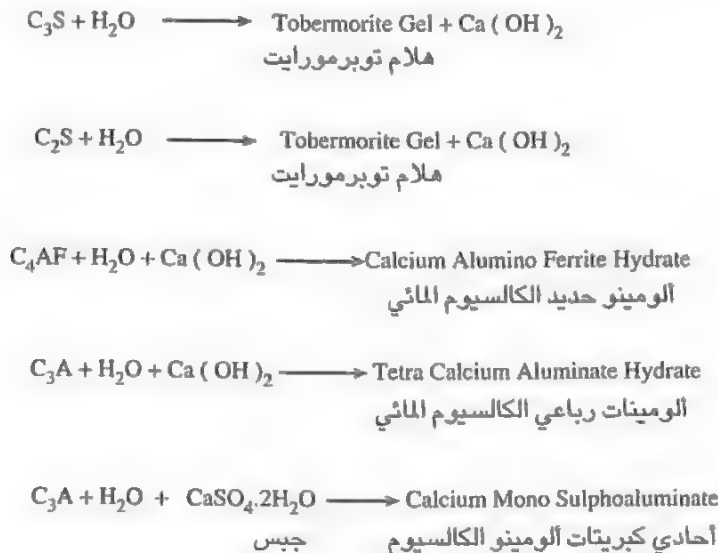
● ألومينات ثلاثي الكالسيوم (C<sub>3</sub>A) : وهي مادة سريعة التصلد عند الإماهة وينجم عنها انبعاث حرارة عالية تساعد على تسريع التصلد سواء لـ (C<sub>3</sub>A) أو (C<sub>3</sub>S) أو (C<sub>2</sub>S) ولكن يمكن تخفيض حرارة الإماهة المذكورة بإضافة مادة الجبس (Gypsum) الذي يمكن في هذه الحالة أن يعمل على ضبط الوقت اللازم للتصلد (Set).

أطلق اسم توبرمورايت على المادة المذكورة بسبب أن مكوناتها وشكلها البلوري يماثل المادة الموجودة طبيعياً في منطقة توبرموري (Tobermory) في اسكتلندا ، وهي تعد المسؤولة بصفة أساس عن عملية التماسك والتصلد المعروفة للاسمنت ، ويبلغ قطر حبيبات الكلنكر حوالي ١٠ ميكرون بينما يبلغ قطر حبيبات هلام التوبرمورايت الناتجة عن تفاعل الإماهة حوالي ٠,١ ميكرون . وعليه فإن لحبيبات التوبرمورايت مساحة سطحية عالية ( حوالي ٢ مليون سم<sup>٢</sup>/جم) تؤهلها للادمصاص والارتباط (التماسك) القوي بعضها ببعض ومع حبيبات الحصى والرمل والحديد وغيرها لتشكيل عملية التماسك والتصلد المعروفة في الأعمال الخرسانية .

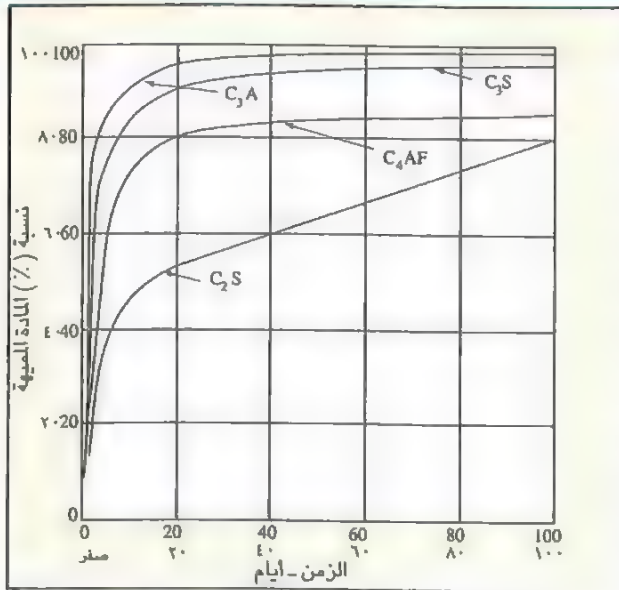
وتحدد صفات الاسمنت حسب النسب المثوية لمكوناته الرئيسية - سيليكات ثلاثي الكالسيوم ، وسيليكات ثنائي الكالسيوم ، والمنيوم ثلاثي الكالسيوم ، والومينو حديد رباعي الكالسيوم - والتي يجب أخذها في الاعتبار عند تصنيع أنواعه المختلفة حيث إن لكل مكون دور معيناً في عملية التماسك والتصلد الخاصة بالاسمنت .

● سيليكات ثلاثي الكالسيوم (C<sub>3</sub>S) : هي المادة المسؤولة بشكل أساس عن مقاومة (متانة) الاسمنت عند الإماهة (Hydration) حيث إنها سريعة التصلد (Set) عند الإماهة ، إذ إنه خلال ساعات قليلة بعد الإماهة تعمل الحرارة - الناتجة عن تفاعل الإماهة - على تسريع تصلد حبيبات التوبرمورايت ، فكلما زادت كمية الحرارة الناتجة زادت سرعة التصلد ليصل الاسمنت إلى أقصى متانته خلال أسبوع .

● سيليكات ثنائي الكالسيوم (C<sub>2</sub>S) : وتوجد في ثلاثة أشكال هي ∞ و β و α



● شكل (٢) تفاعلات إماهة الكلنكر.



● شكل (٣) تفاعلات مواد الأسمنت الخام لإنتاج الكلنكر.

بالبحر ، وذلك لمنع تسرب الغازات والمياه الجوفية إلى آبار البترول . ويمتاز هذا النوع بتجانسه ومقاومته للأملاح .

### إختبارات جودة الأسمنت

يتم إجراء بعض الاختبارات لتحديد جودة الأسمنت ، ومن أهم هذه الاختبارات ما يلي :-

#### ● النعومة

تحدد نعومة الأسمنت مساحة سطح الحبيبات المعرضة لتفاعل الإماهة . فكلما زادت مساحة السطح زادت شدة التفاعل . وفقاً للمواصفات الأمريكية يجب أن لا تزيد العينة المختبرة التي لاتمر من خلال المنخل رقم ٢٠٠ (قطر ٠.٠٧٥ ملم) عن ٢٢٪ .

● المصدر : الدراسة القطاعية لصناعة الأسمنت بالملكة - الدار السعودية للخدمات الاستشارية - ١٩٩٦ م .

أنواع الأسمنت البورتلاندي	سليكات ثلاثي الكالسيوم (C <sub>3</sub> S)	سليكات ثنائي الكالسيوم (C <sub>2</sub> S)	ألومينات ثلاثي الكالسيوم (C <sub>3</sub> A)	ألومينو حيدرو رباعي الكالسيوم (C <sub>4</sub> AF)
عادي	٥٥ - ٤٧	٥٥ - ٤٧	١١ - ٩	٩ - ٦
معدل	٤٤ - ٤١	٤٤ - ٤١	٧ - ٥	١٥ - ٦
سريع التصلد	٦٣ - ٥١	٦٣ - ٥١	١٠	٨ - ٥
منخفض الحرارة	٣١ - ٢٥	٣١ - ٢٥	٥ - ٤	١٥ - ٩
مقاوم للكبريتات	٤٩ - ٣٥	٤٩ - ٣٥	٣ - ١	١٤ - ٤

● جدول (١) النسب المثوية لمكونات الكلنكر في الأنواع المختلفة للأسمنت البورتلاندي

### ● الأسمنت المقاوم للكبريتات

يستخدم هذا النوع في المناطق المعرضة للتآكل بالكبريتات والأملاح الأخرى مثل الأماكن المعرضة لمياه البحار ، ويكتسب هذا النوع مقاومته للكبريتات بسبب زيادة نسبة الحديد وانخفاض (C<sub>3</sub>A) لأقل نسبة ، لأنها هي التي تتأثر بوجود الكبريتات ، جدول (١) .

### ● أنواع أخرى

وبالإضافة للأنواع المذكورة هناك أنواع خاصة تتطلب صناعة أسمنت وفق مواصفات معينة لأغراض معينة ، ومن أهم هذه الأنواع ما يلي :-

● الأسمنت الأبيض : يختلف عن النوع العادي بوجود طين الكاولين كمصدر للألومينوسيليكاات ووجود الجير الطباشيري الأبيض بدلاً من الجير العادي . ويمتاز هذا النوع بأنه أبيض اللون مما يجعله مناسباً في أعمال الرخام والبلاط وتغطية السطوح الخارجية لبعض المباني .

● أسمنت تبطين آبار البترول : يستخدم في تبطين المنطقة بين الحديد الحاجب (CASING) وطبقات الصخور المحيطة

فإن نسب المواد الخام والمواد المضافة التي تدخل في تركيبه ودرجة حرارة التفاعل تختلف تبعاً لذلك . ومن أهم أنواع الأسمنت ومكوناتها ، جدول (١) ، ما يلي :-

### ● الأسمنت العادي

يعد هذا النوع أكثر الأنواع استخداماً حيث يستخدم في جميع أعمال الخرسانة المسلحة والإنشاءات العادية .

### ● الأسمنت المعدل

يجمع هذا النوع من الأسمنت بين مقاومته المتوسطة للتشقق والكبريتات ، ويختلف عن النوع العادي بانخفاض نسبة (C<sub>3</sub>S) و (C<sub>3</sub>AF) ، وبالتالي فإن الحرارة الناتجة عن الإماهة في هذا النوع تقل عن النوع الأول ، كذلك فإن هذا النوع يختلف عن النوع العادي بأنه يكتسب مقاومته ببطء ، ولكنه في النهاية له قوة المقاومة نفسها .

### ● الأسمنت سريع التصلد

يستخدم هذا النوع من الأسمنت عند الحاجة إلى التصلد السريع ، ويمتاز هذا النوع من الأسمنت بدقة حبيباته مقارنة بالأسمنت العادي ، وبالتالي فإن مساحة السطح المعرضة للإماهة تكون أكبر ، مما يسببها سرعة في التماسك (تصلد) . يستخدم هذا النوع في الحالات التي تتطلب مقاومة للإجهادات في الفترات الأولى لتمامك الأسمنت ، مثل المنشآت خلال الحروب من جسور ووحدات سكنية وغيرها .

### ● الأسمنت منخفض الحرارة

ينتج هذا النوع في الحالات التي تتطلب كميات كبيرة من الخرسانة المسلحة (Mass-Concrete Applications) لأنه ينتج حرارة كافية لعملية التصلد . يتم التحكم في درجة الحرارة في هذا النوع بتعديل كمية المواد المسببة لارتفاع درجة حرارة التفاعل وهي (C<sub>3</sub>S) و (C<sub>3</sub>A) كما هو موضح في جدول (١) ، ولذلك فإن هذا النوع - بسبب انخفاض درجة حرارته - يتصلد ببطء - ولكن في نهاية المطاف فإن قوة مقاومته لاتقل عن قوة مقاومة الأسمنت العادي .





الأساسية لصناعة الأسمنت في المملكة العربية السعودية في الاستغناء عن استيراد الكلنكر أو المواد الأولية ، ولذا فإن جميع المصانع قد أنشئت في مناطق توجد فيها المواد الخام بشكل وافر ، مما يسهل عملية الحصول عليها ويوفر الوقت والتكلفة .

وقد بلغ مجموع الإنتاج المحلي من الأسمنت حوالي ١٦ مليون طن عام ١٩٩٥ م ، ويتوقع أن يبلغ الإنتاج المحلي من الأسمنت في عام ١٩٩٧ م عشرين مليون طن ، أما الطلب فيتوقع أن يكون أكبر من ذلك بقليل حتى بداية عام ١٩٩٧ م على الأقل .

وفضلاً عن ذلك يتوفر في السوق أنواعاً من الأسمنت المستورد ، كما أن الشركات السعودية تقوم بالتصدير للدول المجاورة بحسب تكلفة النقل وزيادة الطلب .

وقد كان للنهضة العمرانية التي شهدتها المملكة - خلال العقود الثلاثة الماضية - دور كبير في نمو صناعة الأسمنت في المملكة ، كما أسهمت الصناعة في توفير الأسمنت بمواصفات عالية لاستخدامه في قطاع البناء والتشييد والخرسانة . وقد بلغ مجموع الاستثمارات في صناعة الأسمنت والمنتجات الاسمنتية المرتبطة به كالخرسانة الجاهزة وغيرها قرابة ستة عشر ألف مليون ريال في عام ١٩٩٤ م .

**بالدمام :** وهي شركة مساهمة سعودية بحرينية وقد بدأت الإنتاج في عام ١٤٠٠ هـ . ثم اندمجت في عام ١٤١٢ هـ مع شركة الأسمنت السعودية لتصبح شركة واحدة تحت اسم شركة الأسمنت السعودية .

**٥- شركة أسمنت ينبع :** وقد بدأت إنتاجها في عام ١٤٠١ هـ من مصنع الشركة قرب مدينة ينبع .

**٦- شركة أسمنت المنطقة الجنوبية :** بدأت إنتاج الشركة في عام ١٤٠٢ هـ من مصنعها الواقع على بعد سبعين كيلومتر شرق مدينة جيزان بمنطقة أم العرج قرب أحد المسارحة . كما أن للشركة مصنعاً جديداً تحت الإنشاء في مدينة بيشة .

**٧- شركة أسمنت المنطقة الشرقية :** بدأت - كشركة سعودية كويتية وبدأ الإنتاج من مصنعها - في المنطقة الشرقية في عام ١٤٠٥ هـ ، ثم في عام ١٤١٤ هـ أصبحت شركة سعودية بالكامل وتم تعديل اسمها إلى شركة أسمنت المنطقة الشرقية .

**٨- شركة أسمنت تبوك (تحت الإنشاء) :** يتوقع أن تبدأ الشركة بالإنتاج خلال عام ١٩٩٧ م وذلك من مصنعها قرب مدينة ضبا شمال غرب المملكة .

وقد ساعد توفر المواد الخام

اقتصاديات ونمو الدول . وبما أن الأسمنت هو مادة البناء الأولى فإن اقتصاديات الأسمنت مرتبطة بشكل كبير بقطاع البناء والتشييد . وحيث إن الصخور الطبيعية - التي تمثل المواد الخام لهذه الصناعة - متوفرة في معظم مناطق العالم ، فإنه من المناسب أن تكون مصانع الأسمنت قريبة من أماكن المواد الخام . إضافة لذلك لا يمكن إهمال اقتصاديات نقل الأسمنت في مجال التسويق والتصدير حيث إن هناك حالات لا تكون فيها المواد الخام متوفرة مما يتطلب استيراد الكلنكر مثلاً ليتم طحنه وإضافة المواد الأخرى له ، وفي هذه الحالة تكون تكاليف استيراد ونقل الكلنكر من أهم عوامل اقتصاديات الصناعة .

ومن ناحية أخرى ينبعث من مصانع الأسمنت أتربة (غبار) عند تكسير وإعداد المواد الخام ، وكذلك أثناء عملية الطحن والتجفيف والحرق . ولذا فلا بد من أخذ ذلك بعين الاعتبار عند تحديد مواقع المصانع . كما أن الصناعة تسير في طريقها إلى إيجاد طرق أكثر فعالية في سحب تلك الأتربة ومنعها من الانتشار في الهواء .

### صناعة الأسمنت بالمملكة

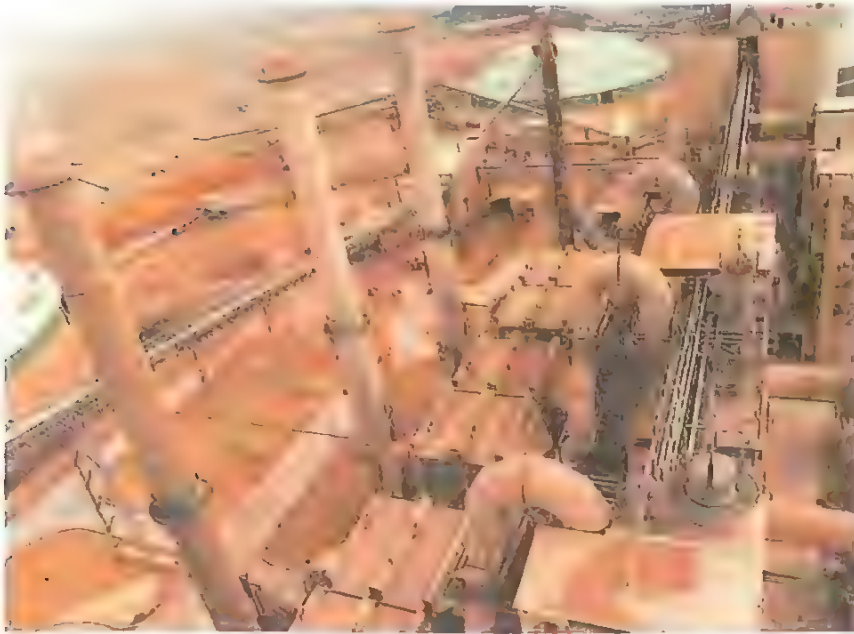
يعود تاريخ بداية صناعة الأسمنت في المملكة إلى عام ١٣٧٨ هـ عندما بدأ مصنع شركة الأسمنت العربية بجدة بالإنتاج ، إذ وصل إنتاجه الفعلي إلى ٦٦٧ ألف طن في عام ١٣٩٠ هـ ، إلا أن المصنع توقف عن العمل في عام ١٤٠٥ هـ وتوالت المصانع الأخرى دخول مرحلة الإنتاج على النحو التالي :

**١- شركة الأسمنت السعودية بالدمام :** وقد بدأت الشركة بالإنتاج في عام ١٣٨١ هـ من مصنعها بمنطقة الإحساء قرب مدينة الهفوف .

**٢- شركة أسمنت اليمامة :** وقد بدأت بالإنتاج في عام ١٣٨٦ هـ من مصنعها قرب الرياض .

**٣- شركة أسمنت القصيم :** بدأت بالإنتاج عام ١٤٠٠ هـ من مصنعها قرب مدينة بريدة .

**٤- شركة الأسمنت السعودي البحريني**



● منظر من مصنع أسمنت اليمامة بالرياض.



## مصطلحات علمية (\*)

أو مناخل جزيئية .  
\* **ميكروكلين Microcline**

فلسبار غني بالبوتاسيوم وقد يحتوي على قليل من الصوديوم ، له لون أبيض أو أصفر باهت أو أحمر أو أخضر .

\* **صلصال ناعم Micronized Clay**  
مسحوق ناعم من الكاولين النقي يستعمل كمادة حشو للمطاط .

\* **زجاج لبني Milk Glass**  
زجاج أبيض - وقد يكون في بعض الأحيان ملوناً - يصنع بإضافة فلوريد الكالسيوم والألومينا إلى زجاج جير الصودا .

\* **مونت موريلونيت Montmorillonite**  
اسم عام لكل المعادن الطينية التي لها خاصية تمدد - عدا الفيرميكيولايت - بالماء .

\* **زجاج طبيعي Natural Glass**  
مادة زجاجية غير عضوية وغير متبلرة تصلبت من الصهارة بسرعة كبيرة لم تسمح لها بالتبلور .

\* **أسمنت مانع نقي Neat Cement Grout**  
أسمنت مانع يصنع من خليط أسمنت وماء .

\* **زجاج نيوديميومي Neodymium Glass**  
زجاج يحتوي على نسبة صغيرة من أكسيد النيوديميوم يستخدم في الواح مرشحات التفلزيون الملون .

\* **زجاج بصريات Optical Glass**  
نوع من الزجاج متماثل كيميائياً خال من الجسيمات غير المصهورة والفقايع .

\* **صلصال الورق Paper Clay**  
صلصال خاص يخلط بعجينة الورق ليكسبه شكلاً ووزناً ولعناً .

\* **بورسلان Porcelain**  
خزف عالي الرتبة يتميز بمتانته ولونه الأبيض وتدنى امتصاصه وشفافيته العالية .

(\*) المصدر :

معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا  
معهد الإنماء العربي .

الطولي ووضع بعضها فوق بعض لإنتاج شريط غير مبروم أكثر طولاً وأرق قواماً .

\* **بنق Extrusion**  
عملية لإنتاج الألياف الإصطناعية المتواصلة ، وذلك بدفع سائل لزج من المادة الخام ليمر خلال الثقوب الدقيقة المنفتحة الغزل .

\* **هلويسيت Halloysite**  
معدن صلصالي شبيه بالبورسلان يشبه الكاولينيت في التركيب ولكنه يحتوي على كمية أكثر من الماء ويتميز عنه بتركيبه، وهناك أشكال أخرى منه تعرف بالهلويسيت منقوصة الماء .

\* **كاولينيت Kaolinite**  
معدن أبيض أو رمادي أو مائل إلى الأصفر يحتوي على نسبة عالية من الألومينا وهو عبارة عن صفائح سيليكات رباعية الأوجه التشاركي ترتبط بواسطة أكسجين مشترك مع الألومينا ثمانية الأوجه التشاركي .

\* **كولنة Kaolination**  
تكون الكاولين من تجوية معادن سيليكات الألمنيوم أو معادن صلصالية أخرى .

\* **فلوسيليكات المغنيسيا Magnesium Flousilicate**  
بلوزات بيضاء تذوب في الماء وتستعمل في الخزفيات واللواقي من العفن وفي تنقية الخرسانة .

\* **حصيرة Mat**  
ألياف زجاج أو لباد موزعة عشوائياً ، تستخدم في قوالب اللدائن المقواة المنبسطة .

\* **ميزولايت Mesolite**  
معدن زيولايت مكون من ألومينوسيليكات الكالسيوم والصوديوم المائية ، يوجد عادة على شكل عناقيد بيضاء أو لا لون لها ، يستعمل كمبادلات للشوارد الهابطة

\* **حُمر ، قار Bitumen**  
مواد طبيعية - أو يحصل عليها بالتحليل الحراري - داكنة اللون إلى سوداء ، تتكون كلياً ، على وجه التقريب ، من كربون وهيدروجين وقليل جداً من الأكسجين أو النيتروجين أو الكبريت .

\* **أسمنت Cement**  
مسحوق جاف مصنوع من السيليكات والألومينا والجير وأكسيد الحديد والمغنيزيا يتصلد عند مزجه بالماء .

\* **معجون أسمنت Cement Paste**  
خليط أسمنت وماء سواء تصلد أم لم يتصلد .

\* **صومعة أسمنت Cement Silo**  
صومعة تستخدم لتخزين أسمنت جاف سائب .

\* **خزفي Ceramic**  
منتج يصنع من معدن غير فلزي مثل البلات والاسمنت والطوب .

\* **تزجيج خزفي Ceramic Glaze**  
رش أكاسيد فلزية ومواد كيميائية وصلصالية على الخزف ثم حرقه عند درجة حرارة عالية .

\* **معدن صلصالي Clay Mineral**  
إحدى مجموعات السيليكات المميّهة الناعمة التبلور تحتوي بنيتها على طبقتين أو ثلاث طبقات من البلورات أهمها مجموعة الكاولينيت والمونت موريلونيت والاثبوليت والإليت .

\* **حجر خفاف Clinker**  
مادة حجرية محروقة أو متزججة كتلك التي تتكون في أفران تصنيع الأسمنت الدوّارة .

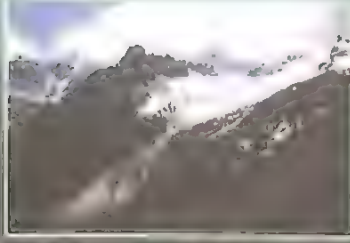
\* **إزالة اللون Decoloration**  
إزالة لون جسم ما وذلك باستخدام عامل مزيل للون سواء بتفاعل كيميائي أو فيزيائي .

\* **سحب Drawing out**  
سحب تيلة ألياف النسيج في الاتجاه

أسس  
الجيولوجيا  
العامة والتطبيقية



دكتور / رسمي إسماعيل الغرباوي



## أسس الجيولوجيا العامة والتطبيقية

عرض د . عمر عساف الحربي

صدرت الطبعة الأولى من كتاب أسس الجيولوجيا العامة والتطبيقية لمؤلفه د. رسمي إسماعيل الغرباوي سنة ١٤١٦هـ في ثلاث وثلاثين وثلاثمائة صفحة عن دار المفردات للنشر والتوزيع والدراسات في الرياض ، موزعة على أحد عشر فصلاً .

المختلفة سواء من نشاط ناري أو عمليات ترسيبية أو عمليات تحويلية. وفي نهاية الفصل الخامس تمت جدولة معادن المجموعات الثمانية مع ذكر أهم الخواص الطبيعية لها .

وتناول الفصل السادس أهم مكونات الكرة الأرضية ، وهي الصخور بجميع أنواعها سواء النارية أو الرسوبية أو المتحولة بأسلوب مبسط وواضح متناولاً الصخور النارية وخصائصها المختلفة وأشكالها وتركيبها المعدني حيث تم تقسيم المعادن المكونة للصخور النارية إلى المعادن الابتدائية ، وهي المعادن التي تتبلور من السائل الصهاري مباشرة ، والمعادن الثانوية وهي المعادن الناتجة من تغير أو تحول المعادن الابتدائية . وتطرق المؤلف إلى تقسيم الصخور النارية على أساس التركيب المعدني . حيث تم تقسيمها على أساس اختلاف مكان التكوين إلى ثلاثة أقسام هي : صخور نارية بركانية ، وصخور نارية تحت سطحية ، وصخور نارية جوفية . وتقسم الصخور النارية على أساس

والفصائل البلورية المختلفة ( الرباعي ، المعيني القائم ، الميل الواحد ، الميل الثلاثة ، السداسي ، الثلاثي ) ، بحيث تناول كل فصيلة بلورية من ناحية عناصر التبلور ، عناصر التماثل ، النظام الكامل للتماثل ، الأشكال البلورية مع الأمثلة والأشكال التوضيحية .

وفي الفصل الخامس تطرق المؤلف إلى المعادن وأهميتها وأنواعها وخواصها البصرية ( اللون - المخدش - الشفافية - اليريق ) والخواص التماسكية ( الصلادة ، الانفصال ، الكسر ، قدرة الطرق والسحب ، والوزن النوعي ) بالإضافة إلى الخواص الأخرى مثل الإشعاع الذري ، والمغناطيسية ، والكهربائية ، ودرجة حرارة الانصهار والخواص الحسية ( الرائحة ، المذاق ، الملمس ) ، بعد ذلك يتحدث المؤلف عن تصنيف المعادن كيميائياً إلى ثمانى مجموعات منها مجموعة المعادن العنصرية ( الذهب ، الألماس ) ومجموعة معادن الكبريتيدات ( البيريت ) وغيرها من المجموعات ، كما تناول طرق نشأة المعادن

أعطى المؤلف في الفصل الأول الخلفية العلمية والتاريخية عن علم الجيولوجيا وأفرعه المختلفة الأساسية والتطبيقية وعن تطور علم الجيولوجيا عبر التاريخ . بدءاً من الحضارات القديمة مروراً بالحضارة الإسلامية وإلى العصر الحديث موضحاً مراحل تطور الفكر والمنهج الجيولوجي عبر هذه العصور .

ويتناول الفصل الثاني الكرة الأرضية وعلاقتها بالكون ( النجوم والكواكب والتوابع والمذنبات والشهب والنيازك ) ، تلا ذلك نبذة مختصرة عن المجموعة الشمسية .

وفي الفصل الثالث استعرض المؤلف المعلومات الأساسية عن كوكب الأرض بغلافها الهوائي والمائي ومكونات الأرض الصخرية الصلبة والمائعة موضحاً تركيب كل غلاف .

تحدث المؤلف في الفصل الرابع عن أحد أفرع علم الجيولوجيا الرئيسية ، وهو علم البلورات متضمناً شرحاً مبسطاً عن علم البلورات وخواص البلورات



الانجراف القاري والتي منها نظريات انتشار قاع المحيط على امتداد منطقة الوسط ، ومغناطيسية قاع المحيط ، وتركيب القشرة المحيطية ، وتتابع الأفيوليت ، وطبوغرافية قاع المحيط.

وناقش الفصل العاشر أحد أفرع الجيولوجيا الرئيسية وهو الجيولوجيا التاريخية التي تعنى بمعرفة الأحداث الجيولوجية التي مرت بها الكرة الأرضية ، والتغيرات المختلفة التي طرأت عليها منذ نشأتها ، وذلك عن طريق دراسة الأحافير . كما تطرق هذا الفصل إلى طرق تحديد الأزمان الجيولوجية المختلفة وأيضاً إلى الأحافير المميزة لكل عصر جيولوجي .

وفي الفصل الحادي عشر والأخير تناول المؤلف المجالات التطبيقية لعلم الجيولوجيا من حيث فائدتها ومردودها الاقتصادي على تقدم الأمم .

وتضمن الجزء الأخير من هذا الكتاب المراجع وقاموساً لبعض المصطلحات العلمية المستخدمة في الكتاب .

وفي الختام عرض هذا الكتاب « أسس الجيولوجيا » بأسلوب علمي مبسط وواضح ، وقد تم تزويده بأشكال وجداول وتعريفات وصور ملونة مما يجعله مرجعاً جيداً لطلبة السنوات الأولى في أقسام الجيولوجيا . وكم يكون جيداً لو أن المؤلف أفرد فصلاً عن الجيولوجيا الحقلية والعملية بالإضافة إلى التوسع في التطبيقات لعلم الجيولوجيا وأيضاً لو استعان المؤلف بأمثلة من جيولوجيا العالم العربي خاصة الكتاب موجه للطلاب العربي . إلا أن هذا لا ينقص من قيمة الكتاب وجعله كمرجع عربي مفيد يدعم المكتبة العربية .

ميكانيكية وهي عملية تحطيم الصخور دون إحداث أي تغيير في التركيب الكيميائي وذلك بفعل التجمد ، واختلاف درجات الحرارة ، وإزالة الحمل ، وقوة تبلور بعض المعادن داخل الشقوق ، وتكرار التشبع بالماء والجفاف ، وجذور النباتات وغيرها ، أما القسم الآخر فهو التجوية الكيميائية وهي عملية يحدث فيها تغير التركيب الكيميائي وتشمل التحلل المائي والأكسدة والتكربن . بعد ذلك يتناول المؤلف العامل الثاني الخارجي المؤثر في تغير شكل سطح الأرض ، وهو عامل التعرية ويقصد به عمليات النحت والنقل والترسيب التي تعقب التجوية ، وتعد الأنهار والأمواج البحرية والكتل الجليدية والمياه الجوفية والرياح من أهم عوامل التعرية . وقد تم استعراض التجوية الميكانيكية والكيميائية ونواتجها وأيضاً دور الأنهار والبحار في عمليات التعرية .

وتضمن الفصل الثامن العمليات الجيولوجية الداخلية المؤثرة في شكل سطح الأرض وهي نوعان : الأول منهما الحركات الأرضية السريعة وتشمل الزلازل والبراكين ، والنوع الثاني يتناول الحركات الأرضية البطيئة ويقصد بها التراكيب الثانوية ( الصدوع ، الطيات وبناء الجبال وزحف القارات ) .

تطرق المؤلف في الفصل التاسع إلى نظرية الألواح التكتونية حيث قسمت الأرض إلى ٦ ألواح رئيسية ( الأوراس - الأفريقي - الهند وأسترالي - الأمريكي - المحيط الهادي - الأنتراكتي ) ، إضافة إلى خمسة ألواح صغيرة ( العربي - الفلبيني - البحر الكاريبي - نازكا - كواس ) ، كما يتطرق هذا الفصل إلى الاكتشافات العلمية التي سبقت نظرية الألواح التكتونية وأيضاً إلى نظرية

اختلاف نسبة السيليكا إلى : صخور نارية فوق قاعدية ( لا تتعدى نسبة السيليكا ٤٢٪ ) ، وصخور قاعدية ( ٤٢٪ - ٥٢٪ سيليكا ) ، وصخور متوسطة ( ٥٢٪ - ٦٦٪ سيليكا ) ، وصخور نارية حامضية ( نسبة السيليكا أكثر من ٦٦٪ ) . وتقسم الصخور النارية حسب التركيب المعدني إلى أربعة أقسام هي : صخور فاتحة اللون ، وصخور متوسطة اللون ، وصخور قاتمة اللون ، وصخور فوق فاتحة اللون . بعد ذلك تناول المؤلف الصخور الرسوبية وأهم خصائصها وأقسامها : حيث تم تصنيفها على أساس طريقة تكوينها إلى أربعة أنواع رئيسية هي صخور رسوبية ميكانيكية ( الحجر الرملي ) ، وصخور كيميائية التكوين ( الحجر الجيري ) ، وصخور عضوية التكوين ( الحجر الجيري المرجاني ) ، وصخور كيميائية ميكانيكية . بعد ذلك تطرق المؤلف إلى أهم التراكيب في الصخور الرسوبية ومنها :

التطبق ، والتطبق المتدرج ، والتطبق المتقاطع ، وغيرها . وفي ختام الفصل السادس تم تناول القسم الثالث من الصخور ( الصخور المتحولة ) بشيء من التفصيل ذكراً أهم خصائصها ، وأهم أنواع التحول ونسجها ، بالإضافة إلى التركيب المعدني للصخور المتحولة . ولزيادة التعرف على المعادن والصخور تم تزويد هذا الفصل بصور ملونة جميلة عن أهم المعادن والصخور مع خطوات وطرق التعرف عليها .

وتناول الفصل السابع بشيء من التفصيل عمليات التجوية والتعرية التي تعد من أهم العمليات الخارجية المؤثرة في شكل سطح الأرض لما لها من تأثير في إعادة تشكيل سطح الأرض ، حيث قسمت التجوية إلى قسمين : تجوية



# كتب صدرت حديثاً

## الرعاية المثالية لصحة الطفل

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤١٦ هـ، وهو من تأليف الدكتورة / آمال محمد بدر الدين ، ويبلغ عدد صفحاته ٤٥٩ صفحة من الحجم المتوسط .

يحتوي الكتاب - بالإضافة إلى تقديمين ومقدمة - على خمسة عشر فصلاً ، وخاتمة ، وقائمة للمراجع العربية والأجنبية .

تتناول فصول الكتاب بالترتيب الموضوعات التالية : المولود الجديد والعناية به ، والأمراض الخلقية للوليد ، والرأس وأمراضه ، وأمراض الجهاز الهضمي ، وأمراض الجهاز البولي والتناسلي ، وأمراض الغدد ، والأمراض الجلدية ، وأمراض الدم ، والأمراض المعدية عند الأطفال ، والأمراض العصبية والعضلية والعلاج الطبيعي ، وأمراض الجهاز التنفسي ، وأمراض الحساسية ، والتغذية ، والحالات النفسية ، والإسعافات الأولية .

## النباتات البرية المأكولة

### في المملكة العربية السعودية

قام بتأليف هذا الكتاب كل من د. إبراهيم عبيد الله العريض ، والأستاذ / سعود عبد العزيز الفراج ، قسم الأحياء ، كلية المعلمين بالرياض .

يقع الكتاب في ٩٩ صفحة من القطع المتوسط محتوية على وصف لثمانية وثلاثين نوعاً من النباتات البرية المأكولة في المملكة وخاصة في المنطقة الوسطى ، بالإضافة إلى مقدمة ، وأهداف الكتاب ، وإشارات ووقفات ، وقائمة بالاسماء العلمية والعربية الشائعة لنباتات الكتاب ، وقائمة للمراجع العربية والأجنبية . جاء وصف النباتات التي يحتويها الكتاب متمثلاً في الاسم العربي والشائع ، والاسم العلمي ، والفصيلة ، ووصف النبات ، والبيئة والجزء المأكول . من أمثلة تلك النباتات فمنها البابونج ، وبصل البر ، والشيح ، والفقع ... وغيرها .

## مختارات في تحضيرات عضوية

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤١٦ هـ عن دار الخريجي للنشر والتوزيع بالرياض . وقام بتأليفه كل من د. / حسن بن محمد الحازمي ، والأستاذ / محمد سعادة ذيب ، قسم الكيمياء ، كلية العلوم جامعة الملك سعود . جاء الكتاب في ١٨٦ صفحة من الحجم المتوسط ، ويتكون من مقدمة وفهرس المحتويات ، وثلاثة فصول ، وقائمة بالمراجع العربية والأجنبية . تناولت فصول الكتاب بالترتيب : أساسيات في الكيمياء العضوية ، والتحضيرات ( التشييدات ) العضوية ( ٢٤ تجربة ) ، ونماذج مشروعات تحضيرات مخبرية متعددة الخطوات ( أربعة مشروعات ) .





# من أجل فلذات أكبارنا



## كيف تتوقع رطوبة الجو

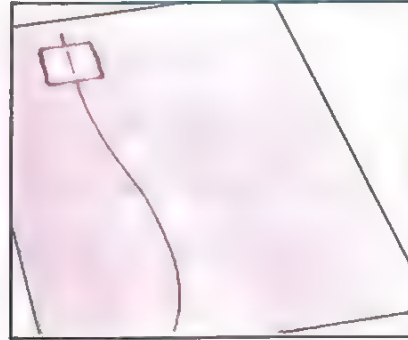
تؤثر عوامل الطقس المختلفة (درجة الحرارة، والرطوبة، والضغط، والرياح، والأمطار) على الإنسان ونشاطاته، لذا فهو يحتاج إلى توقع حالة الطقس قبل فترة من الزمن ليتمكن من ترتيب نشاطاته حسب تلك الحالة، ونظراً لأن الرطوبة عامل مؤثر على الطقس، لذا سيتم التطرق في هذا العدد إلى طريقة مبسطة لقياس رطوبة الجو، وبالتالي توقع معدلها في أيام مقبلة.

### الأدوات

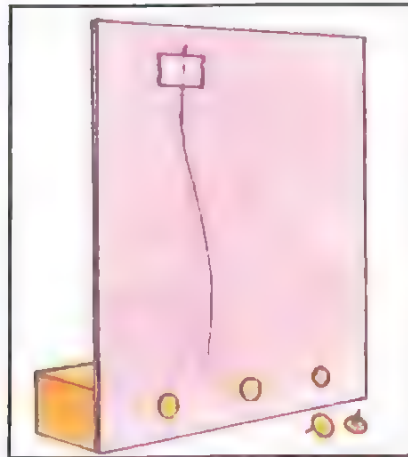
قلم رصاص، مسطرة، قطعة ورق كرتون رقيق أبعادها ١٦,٤ سم قطعة، ورق كرتون مقوى أطوالها ٢٤,٣٠ سم، مقص، شريط لاصق، خصلة من شعر ذيل الحصان طولها ٢٥ سم، قطعة خشب أطوالها ٤×٤×٢٤ سم، ٦ دبابيس رسم، قلم أحمر برأس دقيق.

### طريقة تجميع مقياس الرطوبة

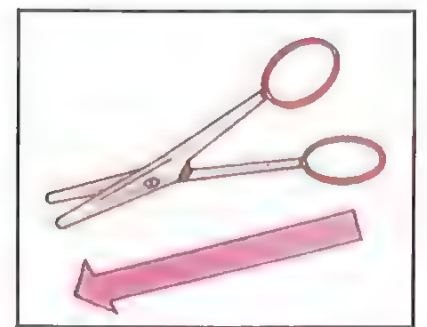
١- ارسم باستخدام المسطرة على ورق



شكل (٢)



شكل (٣)



شكل (١)

الكرتون الرقيق سهماً طولها حوالي ١٢ سم وعرضه ٢ سم، ثم قصه، شكل (١).

٢- ثبت أحد طرفي خصلة الشعر في أعلى قطعة الورق المقوى، شكل (٢).

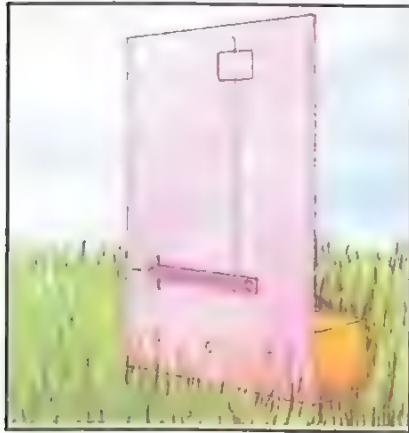
٣- ثبت قطعة الورق المقوى على قطعة الخشب باستخدام دبابيس الرسم، شكل (٣).

٤- ثبت الطرف الثاني من خصلة الشعر باستخدام اللاصق على نهاية السهم.



شكل (٤)

جيداً بحيث لا يقع، وعندما تشرق الشمس ستؤدي إلى جفاف خصلة الشعر وبالتالي تقلصها إلى أقصى حد ممكن، مما يؤدي إلى تحرك السهم إلى



شكل (٥)

أعلى، عندئذ ضع إشارة أمام السهم واكتب عليها جاف، شكل (٥)، وعندما يكون الجو رطب فإن الشعرة ستمتص بخار الماء من الجو، وبالتالي يزداد طولها، مما يؤدي إلى تحرك السهم إلى أسفل، عندئذ ضع إشارة أمام السهم، واكتب عندها رطب، قم بتسجيل رطوبة الجو يومياً لمدة ثلاثة أسابيع، من خلال تلك البيانات، هل تستطيع توقع حالة الجو في الأسبوع الرابع فيما إذا كان جافاً أو رطباً؟

المصدر

Young Scientist , No1The Planet Earth.

٥- ضع السهم على قطعة الورق المقوى، ثم أبعد حتى تصبح الشعرة مشدودة تماماً، ثم ثبت السهم من طرفه باستخدام دبوس رسم، شكل (٤).

٦- ضع مقياس الرطوبة في الخارج وثبته



# مسابقة للتفكير

## مسابقة العدد

### «الجملة المخيرة»

قام أحد الاغنياء بمنح أحد أصحابه قطعة أرض ، من قطعتين يملكهما ، إحداهما مساحتها ألف متر مربع وعلى شارعين ، والآخرى مساحتها ألفا متر مربع وعلى ثلاث شوارع ، وقال لمدير أعماله أطلب من صاحبي أن يقول جملة قبل منحه القطعة ، فإن كانت الجملة صحيحة فيمنح الأرض التي بمساحة ألفي متر مربع وعلى ثلاثة شوارع ، وإذا كانت الجملة خاطئة فيمنح الأرض التي بمساحة ألف متر مربع وعلى شارعين ، وقبل منحه قطعة الأرض طلب مدير الأعمال من الرجل أن يقول جملة صحيحة حول الأرض الممنوحة له قبل أن يقرر ماذا يمنح ، فقال جملة صحيحة حيرت مدير الأعمال في اتخاذ القرار الخاص بالمنح .

فما هي الجملة ؟

### أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « الجملة المخيرة » فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :-

- ١- ترفق طريقة الحل مع الإجابة .
- ٢- تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .
- ٣- يوضع عنوان المرسل كاملاً .
- ٤- آخر موعد لتسلم الحل هو ٢٠/١٢/١٤١٧هـ .

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحة جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .



## حل مسابقة العدد التاسع والثلاثين

### «رجال القبيلة»

من المعطيات يتضح أن إجابة الرجل الأول لابد أن تكون « أنا من القبيلة التي تقول الصدق دائماً » وذلك لأن الرجل إن كان من القبيلة التي تقول الصدق فلا بد أن يقول الصدق وبالتالي فإن ما قاله هو الصحيح ، وأما إن كان من القبيلة التي لاتصدق أبداً فلا بد أن يكذب ويقول أنا من القبيلة التي تقول الصدق .

من هذا نستنتج أن الرجل الثاني من القبيلة التي لاتقول الصدق لأنه لم ينقل إجابة الرجل الأول بصدق ، كما نستنتج أن الرجل الثالث من القبيلة التي تقول الصدق ، عندما ذكر أن الرجل الثاني كاذباً ، وعلى هذا فإن الرجل الثاني من القبيلة التي لاتقول الصدق أبداً، وأن الرجل الثالث من القبيلة التي تقول الصدق .

### الفائزون في مسابقة العدد

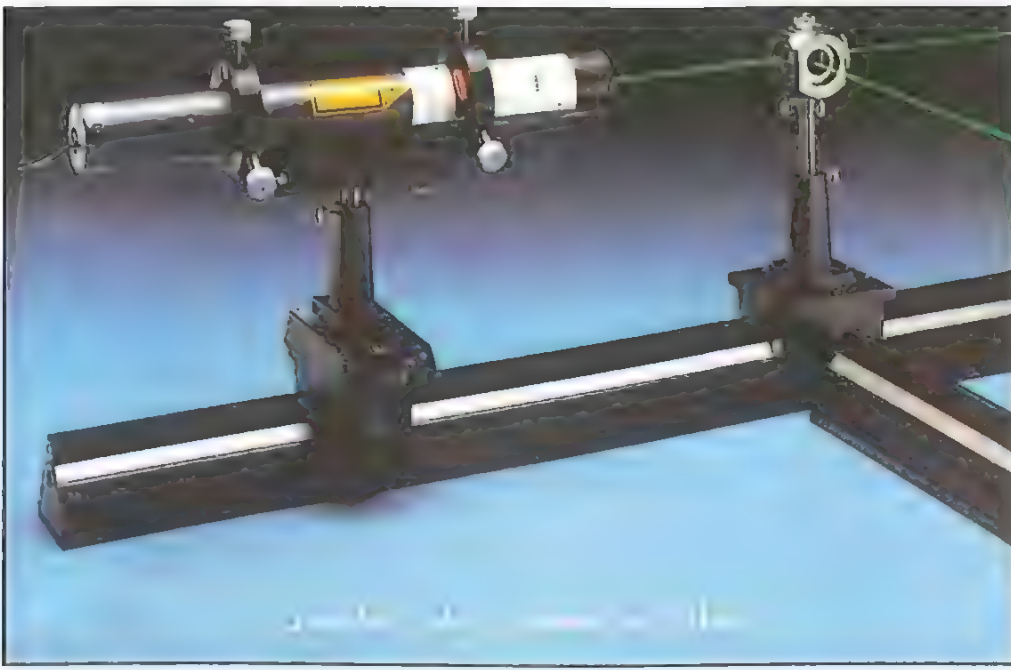
تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة العدد التاسع والثلاثين «رجال القبيلة» ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد . وبعد فرز الحلول وإجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كلاً من :-

١- إسماعيل محمد ياسين - ص.ب ٣١٧- الرياض ١١٤١١ .

٢- عبد العزيز محمد العبد الرحمن - ص.ب ٥١٢٧٢ - الرياض ١١٥٤٣ .

٣- سها محمد الفهيد - ص.ب ٩٣٥٨٣ - الرياض ١١٦٨٣

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدايا قيمة ، سيتم إرسالها له على عناوينهم ، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد المقبلة .



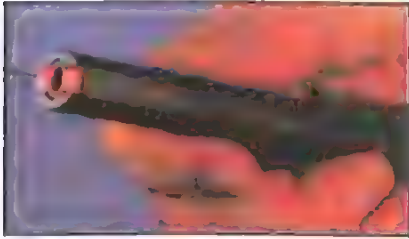
## أجهزة الليزر

### ٢- ليزر الهليوم-نيون

وغيرها . وسيتناول هذا الجزء جهاز الهليوم - نيون كمثال لأجهزة الليزر الغازية التي لا يختلف بعضها عن بعض كثيراً في طريقة عملها ولكنها تختلف في استخداماتها .

#### ● ليزر الهليوم-نيون

يعد ليزر الهليوم - نيون من أكثر أنواع أجهزة الليزر شيوعاً بين الناس نظراً لكثرة تداوله في كثير من الاستخدامات مثل المؤشر الليزري المعروف ذي اللون الأحمر. والذي يقارن حجمه بحجم القلم العادي، شكل (٢) وقاربي



● شكل (٢) مؤشر ليزر الهليوم-نيون

الشفرة الموجودة على سلع المحلات التجارية والطابعات الليزرية.

يتألف الجهاز، شكل (٣)، من الوسط الليزري الذي ينتج ضوء الليزر، منبع القدرة (Energy Source) الذي يغذي الجهاز بالطاقة اللازمة، والتجويف الضوئي الرنان الذي يركز الضوء

الليزر عبارة عن حزمة شعاعية تكون ذات لون أحادي مترابط في الجزء الطيفي الممثل في الأشعة المرئية أو تحت الحمراء، وفوق البنفسجية. تتراوح قوة نبضة شعاع الليزر ما بين واحد ملليوات إلى ٢٠ كيلووات في حالة التطبيقات التجارية العادية، وقد تصل إلى أكثر من ميجاوات في حالة التطبيقات العسكرية.

إنتاج إشعاعات ليزر تنبعث في نطاقات موجية عريضة أو ضيقة اعتماداً على البصريات المستخدمة، كما يحدث في ليزرات الصبغات السائلة.

#### أجهزة الليزر الغازية

هناك العديد من أجهزة الليزر الغازية منها على سبيل المثال أجهزة الهليوم-نيون، شكل (١)، والزينون، والنيوتروجين، والأرجون، والكربتون، وثاني أكسيد الكربون

تنبعث أشعة الليزر من الغاز أو السائل أو البلورة الصلبة أو بلورة أشباه موصلات. وخلافاً على العادة يمكن إنتاج أشعة ليزرية منتشرة - بدلاً من مترابطة - كما في حالة ليزر أشباه الموصلات ( الليزر الترانزستوري ) الذي ينتشر ليغطي زاوية ٢٠-٤٠°، كذلك يمكن



● شكل (١) مقاسات مختلفة من أنابيب ليزر الهليوم-نيون

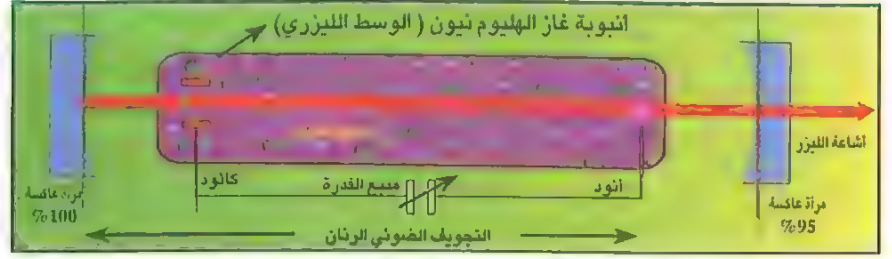


## كيف تعمل الأشياء

يعد ليزر الهليوم - نيون في نطاق اللون الأحمر الأكثر شيوعاً واستخداماً، ولكن ظهرت في الآونة الأخيرة الحاجة إلى استخدام الأنواع الأخرى (الأخضر والأشعة تحت الحمراء) فعلى سبيل المثال يستخدم ليزر اللون الأخضر في الطب والدراسات المتعلقة بالدم لكفاءته في توضيح الرؤية من خلال لون الدم، أما ليزر الأشعة تحت الحمراء فإن ثباته وقلة انفرججه مقارنة بالليزرات الترانزستورية أهله لأن يكون البديل في تطوير (تحسين) أنظمة الألياف البصرية، شكل (٤).

### ● التطبيقات

تستخدم أجهزة ليزر الهليوم - نيون كمؤشرات وفي عروض المشاهد الضوئية الجميلة في الحفلات لأغراض التسلية. وتستخدم كذلك بشكل مكثف في فروع هندسية مختلفة مثل تحديد المحور حينما تكون الحزمة الليزرية مجمعة شكل (٥)، أو تحديد مستوى معين عندما تنتشر هذه الحزمة بواسطة عدسات مناسبة، ومن الأمثلة على ذلك: قياس أفقية السطوح وميلها، وتوازي المستويات في المباني، وفي هندسة المساحة، والهندسة الميكانيكية.



● شكل (٣) مكونات جهاز ليزر الهليوم - نيون

### ● التجويف الضوئي الرنان :-

منطقة محصورة بين مرآتين عاكستين للضوء - إحداهما عاكسة ١٠٠٪ والأخرى عاكسة بنسبة ٩٥٪ تعملان على عكس الضوء المتحرر من خليط الغاز عدة مرات ذهاباً وإياباً - ضوء رنان - مما يؤدي إلى تكوين حزمة ضوئية مضخمة ينفذ منها حوالي ٥٪ من خلال المرآة العاكسة بنسبة ٩٥٪ وهو ما يسمى بأشعة الليزر الناتجة.

### ● أنواع ليزر الهليوم - نيون

يمتاز ليزر الهليوم - نيون بأنه ذو لون أحادي مترابط وموجه، ويتوفر منه حالياً نوعان في نطاق الضوء المرئي هما: الأخضر (طول الموجة ٥٤٣،٠ ميكرومتر)، والأحمر (طول الموجة ٦٣٢،٠ ميكرومتر)، كما يوجد نوع آخر في نطاق الأشعة تحت الحمراء (طول الموجة ١،٥٢٣ ميكرومتر).

### ● لبحث الانبعاث الإشعاعي لليزر.

● الوسط الليزري: وهو عبارة عن خليط داخل أنبوبة خزفية مغلقة يتألف من حوالي ٩٠٪ من غاز النيون إضافة إلى ١٠٪ من غاز الهليوم. يتراوح الضغط داخل الأنبوبة الخزفية ما بين ١-٢ ملم زئبق، وذلك للحصول على انتقال الأيونات والإلكترونات لتشكيل الضوء المنبعث نتيجة التفريغ بواسطة الجهد الكهربائي لاستثارة ذرات الهليوم والنيون - في جميع الاتجاهات.

● منبع القدرة :- هو الجهد الكهربائي اللازم لاستثارة ذرات الهليوم داخل الأنبوب ليحدث انتقال الأيونات والإلكترونات داخل الأنبوب ذي الضغط المنخفض (١-٢ ملم زئبق) لينتج عن ذلك ضوء ينعكس عدة مرات بواسطة مرآيا عاكسة.



● شكل (٥) توجيه حزمة من اشعة الليزر الضوئية



● شكل (٤) ليزر هليوم - نيون اخضر يتخلل ضوءه ليف بصري



## الأداء الحراري والاقتصادي

### للمواد العازلة في المباني السعودية

قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في الفترة من ١٤١٧هـ إلى ١٤١٠هـ بتدعيم مشروع بحثي تحت عنوان « الأداء الحراري والاقتصادي للمواد العازلة في المباني السعودية » وكان الباحث الرئيس لهذا المشروع الدكتور عبد المحسن بن عبد الله الحماد ، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن .

تتمثل أهداف المشروع في الآتي :-

- ١- تقويم الأداء الحراري لمواد وأنظمة التشييد شائعة الاستخدام في المباني بالمملكة ، وفي المناطق التي لها الظروف المناخية نفسها ، مع التركيز على عوازل الجدران والأسقف ، وأنظمة التشييد النموذجية المحلية .
- ٢- مقارنة التكلفة المبدئية لأنظمة تشييد عوازل المباني مع التكلفة الكلية - على دورة حياة المبنى - مع الأخذ في الاعتبار التكلفة الحالية والمتوقعة للطاقة .
- ٣- تأسيس ترتيب واضح لأنظمة التشييد والمواد العازلة حيث تكلفة التركيب ، ومعامل العزل ، وتكلفة الدورة الحياتية للمبنى ( تكلفة الإنشاء والصيانة طيلة عمره الافتراضي ) وسهولة الوصول والحصول عليه ، وكذلك فعاليته الكلية في ترشيد الطاقة .
- ٤- تطوير فعالية استخدام العوازل الحرارية في المباني بالمملكة .

#### خطوات البحث

لتحقيق أهداف البحث تم إجراء عدة خطوات أهمها :-

- ١- مسح كامل للمراجع والأعمال السابقة المتعلقة بالمواد العازلة واستعمالها في المباني .
- ٢- استخدام الحاسوب في محاكاة الأداء الحراري للمباني لفيلا نموذجية ، ومبنى تجاري في ظروف جوية مختلفة في أربع مدن بالمملكة هي: الرياض ، والظهران ، وجدة ، وخميس مشيط .
- ٣- قياس التدفق الحراري الحقيقي لعدد ١٤ جداراً نموذجياً ، وعشرة نماذج أسقف نموذجية في معمل اختبار أعد لذلك في مدينة الظهران ، وذلك لمدة عام (١٩٩٠م / ١٩٩١م) مع معلومات عن درجات التدفق الحراري للجدران والأسقف كل ١٥ دقيقة ، وتحليل هذه المعلومات كل شهر .

٤- استعمال نموذج تكلفة الطاقة على دورة حياة المبنى - يلائم الظروف الاقتصادية السعودية - لتقويم الأداء الاقتصادي لمبانٍ سعودية تحتوي على أنظمة تشييد مختلفة .

#### نتائج البحث

تمثلت أهم نتائج هذا البحث فيما يلي :

- ١- قياس معامل التوصيل الحراري للمواد العازلة المستخدمة في المملكة ، ومقارنتها بالنتائج المنشورة .
- ٢- أدت إضافة المواد العازلة - في الجدران الخارجية ، وأسقف المباني - إلى عدة نتائج هامة منها ما يلي :-

  - \* انخفاض كبير في الأحمال القصوى للكهرباء ، وفي ترشيد الطاقة الكهربائية بنسبة تصل إلى حوالي ٣٣٪ .
  - \* توفير كبير في تكاليف الطاقة لكل من مالك المباني ( تصل إلى ٤٠٪ ) ، والحكومة ( تصل إلى ٢٨٪ ) .
  - \* توفير الجوارح المريح للأشخاص عن طريق تخفيض وتجانس درجات الحرارة الداخلية للمباني .

- ٣- اتضح من البحث أن مدينة الرياض هي الأكثر جدوى اقتصادية لاستخدام العوازل الحرارية في المباني ، ويليهما على التوالي كل من الظهران ، ثم جدة ، ثم خميس مشيط .
- ٤- أدى استخدام الرخام بدلاً من البياض في الجدران الخارجية إلى زيادة التدفق الحراري السنوي بمقدار ٢٨٪ ، وذلك بسبب اللون الغامق لسطح الرخام الذي يساعد على زيادة امتصاص الطاقة الحرارية .
- ٥- تم ترتيب وتصنيف الجدران والأسقف طبقاً للأداء الحراري باستخدام نتائج المحاكاة التي تم الحصول عليها لكل مدينة .
- ٦- أقصى حدود لتوسط قيم معاملات التوصيل الحراري للجدران الخارجية وأسقف المباني بالمملكة هو ٠,٥٦٨ وات/م<sup>٢</sup>/درجة مئوية ، و ٠,٤٢١ وات/متر<sup>٢</sup>/درجة مئوية على التوالي ، والذي يعطي أقصى توفير للتكلفة لكل من المالك والحكومة ، ويمكن استخدامه كمعيار قياسي سعودي .



## تذوق الدهون وأعراض القلب

يبدو أن تذوق الدهون فقط دون دخوله المعدة من شأنه أن يؤدي إلى إثارة حسية تنجم عنها تفاعلات حيوية للدهون الموجودة مسبقاً في المعدة ، وهذه تؤدي إلى زيادة تركيز البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة (Low Density lipoproteins) المسبب الرئيسي لمرض تصلب الشرايين وانسداده ، وينشأ ذلك بسبب زيادة تركيز الدهون الثلاثية (Triglycerides) في الدم وإطالة مدة تركيزها فيه الأمر الذي يؤدي إلى تحول جزء كبير منها إلى بروتينات دهنية منخفضة الكثافة. وتؤكد هذه الدراسة ما توصل إليه بعض العلماء قبل عقد من الزمان في تجارب للحيوانات القارضة ( مثل الفئران والجرذان والأرانب ).

تتلخص الدراسة التي قام بها ريتشارد ماتيس (Richard Mattes) من جامعة بورديو بالولايات المتحدة في أخذ عينة من دماء تسع نساء وستة رجال خلال أربعة أيام قبل وبعد أخذهم كبسولة تحتوي بداخلها على ٥٠ جرام من زيت القرطم - لاذق له - بساعتين وأربع ساعات وست ساعات. وقبل ثلاثة أيام من الأيام التي تم بعدها أخذ زيت القرطم إعطي كل فرد من أفراد التجربة إما قطعة جبن دسم أو بدون دسم وذلك لتذوقها فقط خلال دقيقة واحدة ثم إخراجها بحيث يتذوق كل فرد نوعي الجبن بمعدل يوم واحد لكل نوع.

أشارت نتائج فحص دماء أفراد العينة والتي جمعت خلال الأربعة أيام المذكورة إلى أن تذوق الجبن الدسم زاد تركيز الدهون الثلاثية عندهم بمعدل ٦٠٪ إلى ١٠٠٪ مقارنة بمعدل خلال ثلاثة أيام الأخرى التي لم يأخذوا فيها جبناً دسماً.

ويذكر ماتيس أن هذه الزيادة لاتعزى لاكتشاف أفراد العينة لنوع الجبن الذي تعاطوه حيث إنه في تجربة منفصلة - أجراها ماتيس - استطاع واحد فقط من جملة عشرة أفراد اكتشاف نوع الجبن الذي تعاطاه.

تمثل هذه النتائج حيرة في علم الأغذية حيث إنه من المتعارف أن إدراك الدهون يتم عن طريق تذوقها بالقم وليس عن طريق

إحساس كيميائي ، ولكن يبقى عدم إحساس أفراد العينة بأي الأنواع من الجبن أخذه ، وفي أي يوم من أيام التجربة الأربعة ، بأن هناك ظواهر أخرى - لم تكتشف بعد - غير ظاهرة التذوق والإحساس الفمي مسؤولة عن النتائج التي أبرزتها التجربة .

ويذكر راميرز (Ramirez) من مركز التحسس الكيميائي في فلاد يلفيا بالولايات المتحدة أن هناك مراكز إحساس - لا يعرف طبيعتها حتى الآن - تعمل على تعديل هضم الطعام وإرسال إشارة للقناة الهضمية بقرب وصول طعام يجب تكسيهه ، ويؤكد تلك الدراسة ما أشارت إليه دراسة كارين تيف (Karen, L. Telf) زميلة راميرز في المركز المذكور من أن تذوق زبدة الفول السوداني - وليس بلعها - أثارت الجهاز الهضمي لإنتاج كمية إضافية صغيرة من الأنسولين استعداداً لتحطيم كمية من سكر لم يتذوقه اللسان بسبب أنه أضيف مباشرة لمعدة شخص متبرع بوساطة أنبوب.

المصدر  
Science News, June 1996, Vol. 144, P. 373.

## قشور الأرز لتنقية زيوت الطعام

تعمل مادة السيليكا على ادمصاص ( Adsorption ) - امتزاز - المواد العالقة بزيوت الطعام أثناء عملية استخلاصه من البذرة ( سمسم ، فول سوداني ، زهرة الشمس ، فول صويا ، قطن إلخ ) ، ومن أهم مواد السيليكا المستخدمة في هذا المجال مزيلات الألوان المصنوعة من الطين ( Bleaching Clays ) وهلام السيليكا المائي ( Silica hydrogel ) .

غير أن المواد المذكورة يمكن استبدالها بمواد أكثر وفرة وأقل تكلفة. وتأتي قشور الأرز في مقدمة هذه المواد ، فهي فضلاً عن أنها مواد خام متجددة ، تتميز باحتوائها على كميات كبيرة من مادة السيليكا غير المتبلورة ( Amorphous Silica ) تؤهلها لادمصاص كمية كبيرة من الشوائب على سطحها .

وقد اتضح من النتائج المختبرية التي قام بها علماء الأغذية بجامعة كنساس أن قشور الأرز لها ارتباط ( Binding ) للمواد الفسفوليبيدية ( Phospholipids ) ،

ورغم أن مساحتها قليلة مقارنة بمساحة سطح هلام السيليكا ( Silica gel ) إلا أن زهدة تكلفتها تجعلها الأنسب لتنقية زيوت الطعام. كذلك وجد العلماء أن مجموعة ( Groups ) الفوسفات والكربونيل ( Carbonyl ) الموجودة على أسطح قشور الأرز لها قابلية لجذب وربط المواد الفسفوليبيدية أكثر من قابليتها لجذب وربط الأحماض الدهنية والدهون الثلاثية ( Triglycerides ) . ورغم أن كلا من مواد ادمصاص التقليدية ( مثل هلام السيليكا ) وقشور الأرز يمكنها الارتباط مع الليبيدات ( Lipids ) بوساطة رابطة هيدروجينية ( Hydrogen Bonding ) إلا أن السيليكا الموجودة في قشور الأرز تتمتع بخاصية أخرى هي مقديتها في تحفيز ( Catalyze ) تحول الأحماض الدهنية الطليقة ( Free Fatty acids ) إلى أيونات الكربوكسيل ( Carboxyl ) ومن ثم ادمصاصها .

إضافة إلى ذلك أمكن إنتاج هلام السيليكا من قشور الأرز عند درجات حرارة أقل كثيراً من درجات الحرارة المستخدمة في إنتاجه من الرمل ، وذلك يعني توفيراً كبيراً للطاقة اللازمة في حالة الإنتاج من قشور الأرز فضلاً عن الاستفادة من مادة أكثر وفرة بسبب الطلب المتعاظم على الأرز عالمياً. وقد أشارت تقارير سابقة إلى أهمية قشور فول الصويا في إزالة المواد القطبية ( Polar materials ) من الزيوت النباتية.

المصدر:  
Emerging Food R&D Report, Nov. 1996 vol 6 No 8.

## علاج اللثة المريضة بالمضادات الحيوية

يعد النزيف والتقلص الذي يظهر في اللثة مؤشراً خطيراً على إصابة جذور الأسنان بمرض قد يؤدي إلى فقدان السن المصابة. ويتمثل الإجراء العلاجي في هذه الحالة في قيام الأطباء بإزالة الطبقة الجرثومية والجيرية الناتجة عن البكتيريا ، أو التدخل الجراحي في الحالات المتأخرة. بتكلفة تصل إلى ٣٠٠٠ دولار.

وقد تم أخيراً التوصل إلى أسلوب غير جراحي جديد -

وبتكلفة تصل إلى أقل من ثلث تكلفة العلاج القديم - لعلاج الإصابات الناجمة عن بكتيريا الجذور بإعطاء المريض مضادات حيوية .

قام الأطباء بكلية طب الأسنان في جامعة متشيجن الأمريكية بمعالجة ٩٠ مريضاً باللثة كانت حالتهم تستدعي التدخل الجراحي. بتلخص العلاج في تنظيف جذور الأسنان ( بدون جراحة ) ، ثم إعطاء جميع المشاركين من المرضى كبسولات لمدة أسبوعين أو أربعة أسابيع تبعاً لشدة التهاب اللثة ومقدار ( وحجم ) إصابتها بالمرض .

ويعتمد علاج الحالات المستعصية لمرض اللثة على المضادات الحيوية الموضعية وذلك من خلال تغليفها بغشاء سليولوزي دقيق وتثبيت الغشاء على السطح المصاب من الجذور ولفترة مؤقتة ، مع إعطاء بعض المرضى مهدئات أثناء بعض فترات العلاج . وقد توسعت هذه الطريقة لاحقاً حيث تمكن الباحثون من تجنب الجراحة أو خلع الأسنان المصابة - ( ٦٩٠ ) مريضاً من أصل ( ٧٨٢ ) مريضاً كانت حالتهم تتطلب تدخلاً جراحياً أو خلعاً للأسنان .

وقد لاحظ والتر لوسيش (Walter J. Loesche) قائد الفريق الطبي الذي أعد الدراسة المذكورة سابقاً أن ٦٧٪ من الحالات الميؤوس منها تم إنقاذها من قبل أخصائيين متمرسين ، ولم تعد تحتاج لعمليات جراحية أو خلع الأسنان .

ويقول ولشيش إن ٨١٪ من هؤلاء المرضى تجنبوا الجراحة . أما الأشخاص الذين تتطلب حالتهم إجراء جراحي فقد قدرت تكلفة العلاج لهم بمبلغ زهيد جداً .

ويضيف لوسيش أن الدراسات المستقبلية سوف يتم فيها تحديد أكثر جرعات الدواء فعالية من المضادات الحيوية . وإجازة اعتماد الغشاء الرقيق المشبع بالدواء للاستخدام في العلاج الموضعي بالمضادات الحيوية من قبل إدارة الأغذية والدواء الأمريكية .

المصدر  
Science News, Vol. 149, May 1996, P. 308 .

وسوف نقوم بإذن الله بإرسال ما طلبته  
من أعداد سابقة - ولك التحية .

\* الأخ / عيد العزيز صالح الغامدي -  
مكة المكرمة

إشارة إلى رسالتك التي بعثت بها  
إلى المجلة نود أن نشكرك على إطرائك  
عليها ، أما بخصوص العدد الخاص  
بالاستشعار عن بعد فسوف نقوم  
بإرساله لك بإذن الله ، ويسرنا إدراج  
اسمك ضمن قائمة التوزيع .

\* الأخ / عبد الله محمد النضر -  
الظهران

نشكرك على ما ورد في رسالتك ،  
ويسعدنا إدراج اسمك ضمن قائمة  
توزيع المجلة .

\* الأخ / محمد عبد الله المقرب - الإحساء  
تلقينا رسالتك بكل سرور شاكرين  
ما حوته من إطراء للمجلة ، ويسعدنا  
إدراج اسمك ضمن قائمة التوزيع .

\* الأخ / خالد مسلم الرحيلي - مكة  
المكرمة

وصلتنا رسالتك شاكرين ما حوته  
من إعجاب وثناء على المجلة . أما  
بخصوص ما اقترحتة فهو لا يهم  
القاريء بشيء بقدر المادة العلمية وما  
يستفاد منها . شاكرين تواصلك معنا .

\* الأخ / عبد الله المرعبة - الرياض  
سعدنا باتصالك وسوف نقوم  
بإرسال المجلة على عنوانك الجديد ،  
ولك التحية .

\* الأخت / عقيلة عز الدين - الرياض  
يسعدنا تلبية طلبك وسوف نقوم  
بإرسال ما يتوفر من الأعداد السابقة  
المطلوبة ، شاكرين ثناءك وإطراءك  
للمجلة .



## مع القراء

الإخوة القراء الكرام السلام عليكم ورحمة الله وبركاته . وإهلاً بكم في مجلتكم  
مجلة العلوم والتقنية .

يأتي صدور هذا العدد بعد أيام من حلول عيد الفطر السعيد أعاده الله على  
الجميع باليمن والخير والبركات وكل عام وأنتم بخير . وكما عودتمونا فقد وصل عدد  
كثير من رسائلكم التي نسعد بقراءتها وتلبية ما يمكن من طلباتكم . كما يسرنا أن  
ننوه إلى أهمية الكتابة باللغة العربية فقط ، وإدراج الاسم والعنوان واضحين داخل  
الرسالة وعدم الاكتفاء بكتابتها على المغلف .

نتمكن من إدراج اسمك في قائمة  
توزيع المجلة .

\* الأخ / مهدي حسن مبارك - مكة  
المكرمة

لتلبية طلبك يمكنك مراسلة الإدارة  
العامة للمعلومات بمدينة الملك عبد  
العزيز للعلوم والتقنية ص.ب ٦٠٨٦  
الرياض ١١٤٤٢ .

\* الأخ / فهد ناصر السيف - الرياض  
يسرنا تلبية رغبتك ، وستصلك  
المجلة على عنوانك المرفق في رسالتك  
شاكرين مشاعرك الطيبة للمجلة .

\* الأخ / محمد مجاهد خليل - مصر  
ستصلك المجلة بإذن الله على  
عنوانك الجديد في جمهورية مصر  
العربية ، وشكراً على ثنائك  
على المجلة .

\* الأخ / مشعل توفيق أحمد - الأردن  
وصلتنا رسالتك بكل سرور ، وقد  
تم إدراج عنوانك ضمن قائمة التوزيع ،

\* الأخ / خالد محمد السيف - جدة

سعدنا بوصول رسالتك ، وقد تم  
إدراج اسمك في قائمة توزيع المجلة .

\* الأخ / غازي سعيد السياحي - مكة المكرمة  
نشكرك على إطرائك للمجلة ،  
ويسعدنا إدراج اسمك في قائمة  
الإهداءات .

\* الأخ / وائل محمد نايف - الدوادمي  
يسعدنا تلبية طلباتك وجميع القراء ،  
وسوف نعمل على إرسال ما يتوفر من  
أعداد سابقة .

\* الأخ / عبد الله ناصر الأحمد - روضة سدير  
سعدنا بوصول رسالتك إلينا ،  
وسوف نقوم بإرسال ما طلبته من أعداد  
سابقة . كما سررنا بما حوته رسالتك  
من مقترحات جيدة وبناءة ، وسوف  
تكون محل عنايتنا بإذن الله .

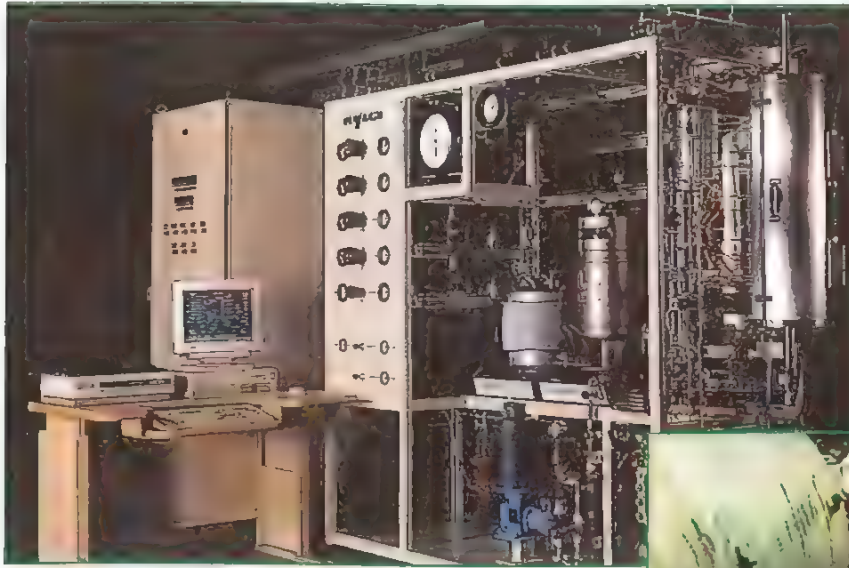
\* الأخت / طرفة عبد الرحمن العويفير -  
الرياض

نرجو منك توضيح عنوانك حتى

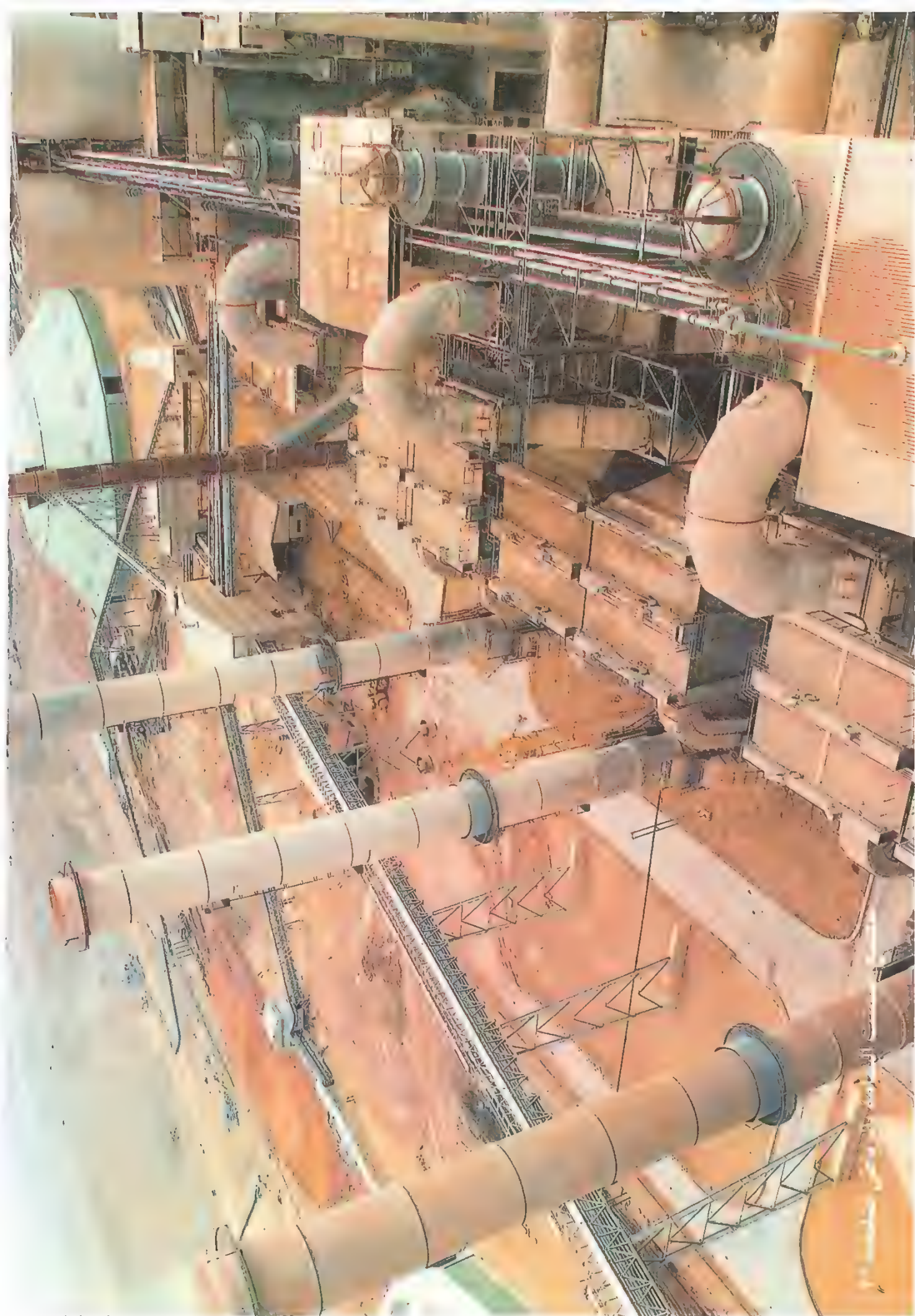


لبي  
العدد المقبل

# الصناعات غير العضوية











# العلوم والتقنية

## الصناعات غير العضوية (الجزء الثاني)

• الألفاف  
• الكبريت  
• الأمونيا

ملحق خاص بالعلوم والتكنولوجيا

أحكام القراء :

- يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :-
- ١- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لا يفقد صفته العلمية بحيث يشمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .
- ٢- أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .
- ٣- في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .
- ٤- أن لا يقل المقال عن أربع صفحات ولا يزيد عن سبع صفحات طباعة .
- ٥- إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .
- ٦- إرفاق أصل الرسوم والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
- ٧- المقالات التي لا تقبل النشر لاتعاد لكاتبها .
- يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح ما بين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويات العدد

- |    |                        |    |  |
|----|------------------------|----|--|
| ٦٧ | ● عالم في سطور         | ٢  | ● مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية |
| ٦٨ | ● كتب صدرت حديثاً      | ٥  | ● الأصباغ                                |
| ٦٩ | ● مصطلحات علمية        | ١١ | ● الجديد في العلوم والتقنية              |
| ٧٠ | ● مساحة التفكير        | ١٢ | ● الألياف غير العضوية (٢)                |
| ٧١ | ● كيف تعمل الأشياء     | ١٦ | ● الدهانات                               |
| ٧٢ | ● من أجل فلذات أكبادنا | ٢١ | ● صناعة الكبريت                          |
| ٧٣ | ● بحوث علمية           | ٢٦ | ● الجبس                                  |
| ٧٤ | ● شريط المعلومات       | ٣٠ | ● الصناعات النووية (١)                   |
| ٧٥ | ● مع القراء            | ٣٣ | ● ملف العلوم والتقنية                    |
|    |                        | ٦٥ | ● عرض كتاب                               |



الدهانات



الألياف



الجبس

المراسلات

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ - الرمز البريدي ١١٤٤٢ - الرياض

ترسل المقالات باسم رئيس التحرير ت : ٤٨٨٣٤٤٤ - ٤٨٨٣٥٥٥

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia

يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة  
الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها



د. صالح عبد الرحمن العذل

د. صالح العبد العذل

د. عبد الله العبد العذل

د. عبد الرحمن العبد العذل

د. عبد الرحمن العبد العذل

د. خالد العبد العذل

د. إبراهيم العبد العذل

د. محمد أمين العبد العذل

د. محمد طارق العبد العذل

د. أشرف العبد العذل





- د. يوسف حسن يوسف  
د. ناصر عبد الله الرشيد  
د. محمد حسين سعد  
أ. محمد ناصر الناصر  
أ. عطية مزهر الزهراني

التصميم والاعراج  
طارق يوسف  
عبد السلام ريان  
عبد الله العبد



## كلمة التحرير

### قراءنا الأعزاء :

يسر مجلتكم « العلوم والتقنية » وهي تودع عامها العاشر وتستقبل عامها الحادي عشر أن تضع بين أيديكم الجزء الثاني من الصناعات غير العضوية .

### قراءنا الأعزاء

جريا على العادة عند تغطية موضوع واحد في أكثر من عدد ، فإن أسرة المجلة تحاول - ما أمكن - جعل المقالات المرتبطة ببعضها في عدد واحد ، يدفعها إلى ذلك حرصها على إشباع رغبة القارئ وتعطشه للعلم والمعرفة . سيحمل هذا العدد بين دفتيه المواضيع التالية : الألياف غير العضوية ، الأصباغ غير العضوية ، الدهانات ، الكبريت ، الجبس ، الصناعات النووية .

### قراءنا الأعزاء :

بمناسبة إكمال المجلة لعقدها الأول من عمرها المديد بإذن الله تعالى ، ومرور عقدين من الزمن على تأسيس مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية فإنه يسر هيئة التحرير والقائمين عليها أن يضمّنوا هذا العدد ملفاً خاصاً عن العلوم والتقنية ، مشتملاً على عدد من المواضيع ذات العلاقة بالعلوم والتقنية موضحاً تعريف كل منهما والفرق بينهما ، وطرق نقل التقنية وتنفيذ البحث العلمي ودعمه ودور مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في ذلك ، كما أفردت موضوعاً يغطي دور التقنية في التنمية المستدامة ، إضافة إلى نظرات في مسألة التقنية ، ونظراً لدور المدينة في وضع الخطة الوطنية للعلوم والتقنية فقد خصص مقال لإلقاء الضوء على هذا الموضوع .

إضافة إلى المواضيع الرئيسية والملحق فإن العدد سيشتمل على الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد ، وختاماً نأمل أن نكون قد وفقنا في عرض مادة هذا العدد ، كما نأمل ألا تبخلوا علينا بأرائكم ومقترحاتكم ، فالمجلة منكم وإليكم .

والله من وراء القصد ..

# مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



معايير خاصة محددة ، ويتم تنفيذها في الجامعات ، ومراكز البحوث بالمملكة ، وقد بدأ هذا البرنامج عام ١٣٩٩ هـ ، حيث دُعم حتى الآن ( تاريخ صدور هذا العدد ) ٢٨٥ بحثاً بتكلفة ٢٣٤,٢ مليون ريال ، وتمثل المجالات التي دعمت الطب (٢٢,٦٪) ، والتلوث (٤,٦٨٪) ، والهندسة (٢٤٪) ، والثروات الطبيعية (٣,٢٨٪) ، والعلوم ٥,٧١٪ ، ومصادر المياه ٤,١٦٪ ، والزراعة ٢١,٧٥٪ . كما تقوم المدينة بدعم مشروعات البحوث الوطنية من خلال برنامج المنح الوطنية وبناءً على طلب من قطاعات حكومية مختلفة ، حيث تهدف هذه البحوث إلى إيجاد حلول علمية لبعض المشكلات التي تواجه تلك القطاعات ، وقد بدأ هذا البرنامج عام ١٤٠٢ هـ حيث دُعم خمسة عشر بحثاً وطنياً اشتملت على ٧٩ دراسة بتكلفة ١٠٠,٩ مليون ريال وذلك حتى تاريخه .

ومن هذه المشاريع البحثية الوطنية : سلامة المرور ، والتعليم ، ودراسة مرض السكر عند السعوديين ، وأمراض النخيل ، وغير ذلك . حيث كانت نسب الدعم في هذا البرنامج على النحو التالي : الطب (٢٢,٣٪) ، والهندسة (٣٣,٣٪) ، والزراعة (١٣,٣٪) ، والمرور (٦,٦٦٪) ، والتعليم (٦,٦٦٪) ، ومصادر المياه ٦,٦٦٪ . وقد بدأت المدينة في عام ١٤١١ هـ برنامجاً لدعم مشاريع أبحاث طلبة الدراسات العليا في الجامعات السعودية ، حيث دُعم ٧٠ بحثاً بتكلفة تقارب ٢,٠٤ مليون ريال ، وشملت مجالات الزراعة ٢١,٧٥٪ ، والتلوث ٤,٢٨٪ والهندسة ١٣,٨٧٪ ، والطب ١١,٤٣٪ والعلوم ٢١,٥٠٪ ، والثروات الطبيعية ٣,٢١٪ ، ومصادر المياه ٢,١٤٪ . وفي عام ١٤١٦ هـ بدأت المدينة برنامجاً لمنح البحوث الصغيرة ، حيث دُعمت ٦٩ دراسة بتكلفة ٥,٤ مليون ريال ، وشملت مجالات الزراعة ١٠,٩٪ ، والهندسة ٢١,٩٪ والطب ٤٠,٥٩٪ ، ومصادر المياه ٣,١٩٪ العلوم ٢٣,٤٠٪ .

• المعلومات: تقوم المدينة بتوفير المعلومات والدراسات للباحثين من مختلف مصادره سواء من خلال الاتصال المباشر بأشهر مراكز المعلومات أو من خلال قواعد معلومات عربية وأجنبية تقوم المدينة

تأسست مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بالمرسوم الملكي رقم ( م / ٦٠ ) وتاريخ ١٨ / ١٢ / ١٣٩٧ هـ ، تحت مسمى « المركز الوطني للعلوم والتكنولوجيا » ، وفي ١٢ / ١٤٠٥ هـ صدر المرسوم الملكي رقم ( م / ٦١ ) بتغيير اسم المركز الوطني للعلوم والتكنولوجيا إلى « المركز الوطني للعلوم والتقنية » وتكوين هيئة عليا له هي السلطة المهيمنة على شؤونه وتصريف أموره .

والعمل على تطوير الكفاءات العلمية الوطنية واستقطاب الكفاءات العالية القادرة للعمل في المدينة لتطوير وتطوير التقنية الحديثة لخدمة التنمية في المملكة ، وقد أوكل إلى المدينة مهمة إنشاء البنية الأساس لدعم البحث العلمي في المملكة بما في ذلك برامج المنح البحثية وشبكات الاتصال بين الباحثين ، وقواعد المعلومات البحثية ، وكذلك القيام ببحوث تطبيقية من خلال معاهد البحوث المختلفة داخل المدينة .

يرأس الهيئة العليا للمدينة رئيس مجلس الوزراء خادم الحرمين الشريفين وينوب عنه نائب مجلس الوزراء وعضوية عدد من الوزراء والمختصين .

كما صدر المرسوم الملكي رقم ( م / ٨ ) وتاريخ ١٩ / ٤ / ١٤٠٦ هـ بتحويل اسم المركز الوطني للعلوم والتقنية إلى « مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية » .

## أهداف المدينة

تقوم مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بدعم وتشجيع البحث العلمي للأغراض التطبيقية ، وتنسيق نشاطات مؤسسات ومراكز البحوث العلمية في هذا المجال بما يتناسب مع متطلبات التنمية في المملكة ، والتعاون مع الأجهزة المختصة لتحديد الأولويات والسياسات الوطنية في مجال العلوم والتقنية من أجل بناء قاعدة علمية تقنية لخدمة التنمية في المجالات الزراعية والصناعية والتعدينية وغيرها ،

## الأنشطة والإنجازات

من أبرز الأنشطة التي تمارسها المدينة والإنجازات التي تحققت ما يلي :-

### • دعم البحث العلمي :

تشمل أنشطة دعم البحث العلمي ما يلي :-  
• البرنامج السنوي لمنح البحوث العلمية التطبيقية : ويتمثل في دعم عدد من الأبحاث التطبيقية في المجالات الهندسية والطبية والزراعية وغيرها ، ويتم اختيار المشروعات وفق





\* بعض الخلايا الشمسية .

تجفيف المحاصيل الزراعية ، وضخ وتحلية المياه ، وتصميم وتصنيع خلايا وقود من مواد متوفرة محلياً لإنتاج الكهرباء عن طريق إستخدام غاز الهيدروجين ، وإصدار أطلس لطاقة الرياح في المملكة ، وإصدار أطلس شمسي للمملكة .

\* معهد بحوث البترول والصناعات البتروكيميائية: بدأ أعماله عام ١٤٠٦ هـ بتنفيذ مشروع لمراقبة نوعية المياه الجوفية المستخدمة للشرب في بعض مناطق المملكة ، ودراسة أثر بعض الملوثات الكيميائية ووضع الحلول لإزالة هذه الملوثات ومن أهم نشاطات المعهد ما يلي :-

- تطوير حفازات الميثانوسين لتصنيع بوليمرات البولي بروبيلين ذات خصائص وصفات محسنة تستخدم في الصناعات النهائية مثل ، مواد التغليف ، والقوارير ، والواواني المنزلية ، وغيرها .

- إزالة الكبريت من المشتقات البترولية باستخدام البكتيريا .

- تطوير تقنية الأغشية شبه النفاذة لاستخدامها في فصل أنواع الغازات في الصناعات البترولية والبتروكيميائية .

- حماية البيئة من المخلفات البترولية والبتروكيميائية .

- إنشاء قاعدة معلومات خاصة بالمواد الكيميائية السامة والخطرة .

\* معهد بحوث الفلك والجيوفيزياء : بدأ نشاطه العلمي عام ١٣٩٩ هـ ، وذلك بإنشاء مرصد للأهلة في كل من مكة المكرمة ، ومنطقة حائل ، وحالة عمار ، والوجه ، والجميرة بمنطقة النماص ، والحريق بمنطقة الرياض ، وفي عام ١٤١١ هـ ألحق بالمعهد نشاط البحث في مجال الجيوفيزياء حيث استكمل إنشاء المرصد السعودي للمراقبة بالليزر لدراسة

التقنية لخدمة مختلف نواحي التنمية في المملكة حيث قامت المدينة بالعديد من النشاطات التي تهدف إلى تسهيل نقل التقنية واستيعابها وتوطينها فضلاً عن وضع الأنظمة واللوائح المنظمة مع توفير المعلومات والاحصاءات اللازمة .

\* التطوير الإداري : ويتم من خلال الابتعاث للدراسات العليا والتدريب المتخصص من أجل تطوير القوى البشرية بالمدينة ، وقد تم ابتعاث ٢٤ موظفاً للحصول على درجتى الماجستير والدكتوراة ، كما تم تدريب ٤٤٦ متدرباً ، وتدريب ٧٥ متدرباً من قطاعات حكومية مختلفة خلال الخطة الخمسية السادسة وحتى الآن .

\* التخطيط والمتابعة : ويهدف إلى إعداد استراتيجية الخطة الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية بالتنسيق والتعاون مع الجهات المختصة ، كما تقوم بوضع خطط المدينة ، ومتابعة تنفيذها وذلك بالتنسيق والتعاون مع إدارات ومعاهد المدينة .

\* المشاريع : تم الانتهاء من المرحلة الأولى من مشروع الإسكان والإنهاء من مبنى الإدارة والمختبرات والصيانة والمرافق الأخرى ، مثل القرية الشمسية ، ومرصد الأهلة ، ومرصد الليزر ، ومن أهم المشاريع المستقبلية مبنى قاعة المحاضرات .

### ● تنفيذ البحث العلمي

تقوم المدينة بإجراء البحوث التطبيقية من خلال معاهدها السبعة للبحوث الموجودة بها ، وتستند هذه المعاهد في تنفيذ أعمالها على خطط تركز على إجراء أبحاث تطبيقية في مجالات معينة ينتج عنها نماذج أولية لمنتجات أو خدمات ، وحلول ذات قيمة علمية وعملية عالية لها مردود إقتصادي يمكن للقطاع العام أو الخاص تبنيها ونشرها في المملكة .

وتتمثل أبرز الأنشطة والإنجازات لتلك المعاهد بالتالي :

\* معهد بحوث الطاقة : بدأ أعماله عام ١٤٠٠ هـ ببرنامج أبحاث الطاقة الشمسية وتطبيق إستخداماتها داخل المملكة والتي تشمل إستخدام الطاقة الشمسية للاضاءة في المناطق النائية ، وإستخدامها في

بتحديثها باستمرار ، وفي هذا المجال حققت المدينة ما يلي :-

- الارتباط بعدد من بنوك المعلومات الدولية ، حيث توفر مايزيد على ( ٤٥٠ ) قاعدة معلومات في شتى أنواع المعرفة .

- توفير مائة قاعدة معلومات في مجال العلوم والتقنية على الأقراص المدمجة ، وقد بلغ عدد الوثائق المخزنة في القاعدة العلمية العربية ٢٢٠٢٩ وثيقة ، والانجليزية ٥٧٩٢٥ وثيقة .

- تصميم نظام قواعد المعلومات الوطنية للإدخال والاستخراج .

- إنشاء شبكة الخليج الأكاديمية .

- إنشاء شبكة الأقراص المدمجة CD-ROM .

- وضع البنية الأساسية للإرتباط بشبكة الانترنت .

- إنشاء البنك السعودي للمصطلحات ( باسم ) حيث بلغ عدد المصطلحات فيه ٣٣٦٥٤٢ مصطلحاً .

\* التوعية العلمية : تسعى المدينة من خلالها إلى فتح قنوات المعرفة العلمية على المجتمع المحيط من خلال الندوات والتشرارات التي من أهمها « مجلة العلوم والتقنية » التي دخلت عامها العاشر وتصدرها الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر وقد صدر منها حتى الآن ٤١ عدداً .

\* براءات الاختراع : وتعد أنظمة تسجيل وفحص وإصدار براءات الاختراع وتصديقها والإعلان عنها من أهم جوانب نشاط المدينة حيث أنها تكمل عملية دعم البحث العلمي ، وقد تم في هذا المجال منح خمس براءات إختراع ، كما تم إيداع ٤٧٣٥ طلباً لبراءات إختراع والانتها من فحص ١٩ طلباً ، وإنشاء مركز وثائقي لبراءات الاختراع يحتوي على ٦,١٦٠,٠٠٠ وثيقة أو طلب براءات إختراع ، وكذلك إصدار العدد الأول من نشرة براءات الاختراع .

\* التعاون الدولي: ويعد أحد صور نقل التقنية ، حيث ترتبط المدينة بـ ٢٦ اتحاداً ومنظمة ومؤسسة علمية في الكثير من بلدان العالم ، بالإضافة إلى اللجان السعودية المشتركة مع دول العالم المختلفة .

\* نقل التقنية : وتهدف إلى تطوير وتطوير



\* داخل المركز السعودي للاستشعار عن بعد .

\* معهد بحوث الفضاء بدأ نشاطه عام ١٤٠٧ هـ، حيث يعد المركز السعودي للاستشعار عن بعد - بدأ أعماله في عام ١٤٠٩ هـ - النواة الأولى لهذا المعهد، ويقوم المركز بامداد الجهات الحكومية والخاصة بالمعلومات التي يستقبلها من التوابع الصناعية بعد معالجتها وإنتاجها على شكل أشرطة أو صور لمساعدة تلك الجهات في أعمالها ومشروعاتها في مختلف المجالات مثل الزراعة والجيوفيزياء وتخطيط المدن ودراسة الكوارث البيئية وعمل الخرائط وغيرها . ومن أهم ما تم القيام به في مجال الاستشعار عن بعد بالمدينة ما يلي :-

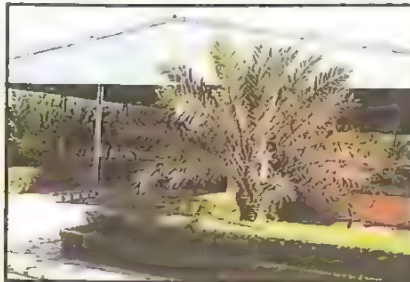
- تسجيل ٢٣٦٠٠٠ صورة فضائية .  
- إمداد الجهات الحكومية والخاصة بـ ٧٥٠٠ صورة فضائية .  
- المشاركة في إعداد الأطلس الوطني الفضائي مع وزارة التعليم العالي والمساحة العسكرية بوزارة الدفاع والطيران .  
- تنفيذ مشروع أنظمة البحث والانقاذ لمصلحة الطيران المدني .  
- إنجاز دراسات حول الثروة السمكية في البحر الأحمر .  
- التلوث البيئي .

- دراسات إستكشافية للثروة المعدنية في غرب المملكة بالتعاون مع وزارة البترول والثروة المعدنية .

\* مركز الأجهزة العلمية : بدأ عام ١٤١٦ هـ بفرض تصميم وتصنيع ومعايرة وصيانة المختبرات والأجهزة العلمية المتخصصة الموجودة في معاهد وإدارات المدينة .

اللازمة للتعامل مع المواد المشعة في كافة الحقول التي تستخدم فيها في داخل المملكة، ومن أهمها عمليات الاستيراد، والنقل، والتخلص من النفايات المشعة . ومن أبرز نشاطات المعهد في هذا المجال ما يلي :-  
- معالجة الأغذية والمحاصيل الزراعية إشعاعياً لتعقيمها أو إطالة فترة تسويقها .  
- الكشف على الأغذية الملوثة إشعاعياً .  
- قياس غاز الرادون في المملكة .  
- قياس الخلفية الإشعاعية في المملكة .  
- تطوير الإطار التنفيذي للحماية من الإشعاع في المملكة والتدريب على حالات الطوارئ .  
- إنشاء شبكة لقياس الحالات الإشعاعية ( ١٩ موقعاً في مناطق متفرقة من المملكة ) .

\* معهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئية: بدأ نشاطه عام ١٤٠١ هـ، ومن أبرز ما تم في هذا المجال التالي :-  
- استزراع وتربية الأسماك في المياه العذبة في المملكة، ويتركز في الإكثار من أسماك البلطي والشبوط، والسلور الإفريقي، وربيان المياه العذبة، حيث توزع يرقاتها على مزارع الأسماك في المملكة مع تقديم الخدمات الفنية لمزارعي الأسماك من خلال محطات التجارب في كل من الرياض والقصيم .



\* جانب من محطة بحوث المزارحية .

- إجراء الدراسات في مجال تكاثر الأسماك وأمراضها وتقديم الاستشارات في هذا المجال .

- إجراء الدراسات في مجالات المياه والتلوث والبيئات الطبيعية ( محمية محازة الصيد، وادي حنيفة، روضة خريم ) .

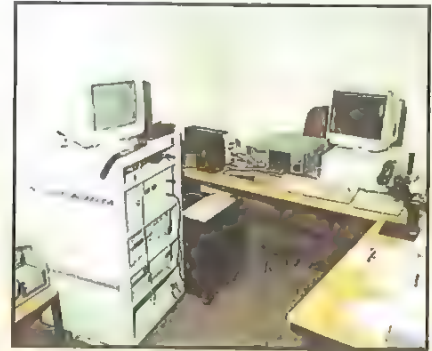
- تقديم العديد من الاستشارات في مجال بحوث التربة والنباتات .



\* المرصد السعودي للمراقبة بالليزر .

تحركات القشرة الأرضية وما قد يترتب عليها من زلازل وكوارث، كما يتم الآن إستكمال الشبكة الوطنية للمرصد الزلزالي، حيث تم إنشاء ١١ محطة رصد في كل من منطقة تبوك، وجيزان، بالإضافة إلى محطة الرياض، وفضلاً عن ذلك يقوم المعهد ببناء قاعدة معلومات زلزالية لشبه الجزيرة العربية .

\* معهد بحوث الالكترونيات والحاسبات: بدأ أعماله عام ١٤١٢ هـ بهدف تطوير برمجيات عربية وثنائية اللغة والعمل على تطوير نماذج أساس من تصاميم أجهزة الحاسب المختلفة، مثل أجهزة التخزين، والأجهزة السمعية والبصرية، وأجهزة الفحص الآلي، والألواح الالكترونية، وقد أصدر المعهد برنامج «المعرب» لتعريب



\* داخل معهد بحوث الالكترونيات والحاسبات .

الحاسبات الشخصية، كما طور نموذجاً معملياً لجهاز ناطق باللغة العربية سمي «اللوح الناطق» وقام المعهد كذلك بدراسات حول أمن المعلومات بالتعاون مع وزارة الداخلية، كما قام بإيجاد نظام آلي للتعرف على البصمة الصوتية لحشرة سوسة النخيل .

\* معهد بحوث الطاقة الذرية: بدأ أعماله عام ١٤٠٨ هـ بوضع الأنظمة والشروط





استخدمت كلمة صبغ (Pigment) في أواخر العصور الوسطى للدلالة على خلاصات النباتات والخضروات ، خاصة تلك المستخدمة في التلوين ، في حين تعبر هذه الكلمة حديثاً عن أي مادة تتميز بقدرتها على التلوين ، وتتألف من حبيبات دقيقة لا تذوب في مادة الطلاء بل تختلط بها ميكانيكياً وترسب على الجسم المطلي عندما يجف الطلاء . وتصنف الأصباغ بصفة عامة حسب تركيبها إلى نوعين هما الأصباغ العضوية ، والأصباغ غير العضوية ، وسيتناول هذا المقال الأصباغ غير العضوية .

عرفت الأصباغ غير العضوية الطبيعية منذ آلاف السنين ، حيث دهنت الكهوف القديمة بأصباغ تم استخراجها من الفحم النباتي ، والمُغَرَّة ( دهان أصفر قوامه أكسيد الحديد المائي الطبيعي ) ، وبُني المنجنيز ، كما دهنت الأواني الفخارية بأصباغ حمراء وبنفسجية وسوداء تم الحصول عليها من حرق المُغَرَّة مع خلاط خامات المنجنيز .

وبدأت صناعة الأصباغ غير العضوية ( مثل أزرق برلين ، وأزرق الكوبالت ، وأخضر تشيلي ، وأصفر الكروم ) في القرن الثامن عشر ، إلا أنها تزايدت بصورة ملحوظة في القرن العشرين ، وتم إنتاج عدة أنواع منها مختلفة الألوان والتركيب ، جدول ( ١ ) . وتصنف الأصباغ غير العضوية بطرق عديدة ، أهمها وأكثرها انتشاراً تصنيفها حسب لونها وتركيبها الكيميائي إلى نوعين هما الأصباغ البيضاء ، والأصباغ الملونة ، وذلك على النحو التالي :

### الأصباغ البيضاء

تتميز الأصباغ البيضاء بصفة عامة بثباتها الكيميائي ، وشفافيتها للضوء المرئي أي أنها تعمل على بعثرة الجزء الأكبر من الضوء الساقط عليها دون تغيير

في تكوينه الطيفي . تشتمل الأصباغ البيضاء على عدة أنواع أهمها ما يلي :

#### ● ثنائي أكسيد التيتانيوم

يوجد صبغ ثنائي أكسيد التيتانيوم ( $TiO_2$ ) بصفة أساس في صورتين هما : - فلزات طبيعية : مثل الروتيل (Rutile) ، والأناتاز (Anatase) ، والبروكيت (Brookite) ، والإلمنيت (Ilmenite) ، واللوكوكسين (Leucosene) . ويعود فلزي الإلمنيت والروتيل ذوا أهمية إقتصادية كبيرة حيث يستخدم حوالي ٩٥٪ من إنتاجه العالمي في إنتاج أصباغ ( $TiO_2$ ) . - مواد اصطناعية : مثل خبث التيتانيوم والروتيل .

● طرق التحضير : تتم صناعياً بطريقتين هما : -

- طريقة الكبريتات : وتتخصص في عدة مراحل ، شكل ( ١ ) ، يمكن توضيحها على النحو التالي :

١- طحن المادة الخام : وفيه تجفف المواد الخام - الطبيعية أو الاصطناعية - الحاوية على التيتانيوم ، وتطحن للحصول على حبيبات دقيقة يصل قطرها إلى حوالي ٤٠ ميكرومتر ، كما ينزع الحديد الشائب من خبث التيتانيوم بطريقة مغناطيسية (c) ، وذلك لمنع تولد الهيدروجين عند إضافة حامض الكبريت المركز خلال عملية التهضيم .

٢ - القهضيم : يتم في صهرج (f) تخلط فيه المواد الخام المطحونة مع حامض الكبريت المركز ( ٨٠٪ إلى ٩٨٪ ) ، مع رفع درجة حرارة الخليط إلى ١٧٠ - ٢٢٠ م

لفترة تتراوح بين ١ إلى ١٢ ساعة ، حتى تصبح المواد الحاوية على التيتانيوم (الكعكة) قابلة للذوبان قدر الامكان .

٣ - الإذابة والإرجاع : وتتم بإذابة الكعكة الناتجة عن عملية التهضيم في ماء بارد أو حامض ممدد . فيتحلل الحديد الثلاثي في نفس الوقت مع مركبات التيتانيوم ، كما يتم إرجاع كل  $Fe^{3+}$  إلى  $Fe^{2+}$  بوساطة حديد النفايات خلال إذابة منتج الإلمنيت .

٤ - الترويق : ويتم فيه نزع المواد غير الذائبة من المحلول بترسيب أولي في مُغْلَظ (Thickner) (g) ، ثم فصل الراسب في مرشح (h) ، وتؤخذ الرشاحة والمادة الطافية إلى مكابس ترشيح (i) لنزع دقائق الخام .

٥ - البلورة : وفيها يبرد المحلول تحت الضغط المخفف (j) حيث يتم بلورة كبريتات الحديد الثنائي المائية ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) ، وفصلها بالترشيح (k) ، وذلك لتقليل كمية

الصبغ	استهلاكه في الصناعة (%)
ثنائي أكسيد التيتانيوم	٦٩٪
أكاسيد الحديد الاصطناعية	١١٪
أصباغ أسود الكربون	٩٪
ليثوبون (صبغ أبيض)	٥٪
الكرومات	٢٪
أكسيد الزنك	١٪
أكسيد الكروم	١٪
أصباغ أكاسيد معدنية مختلطة	١٪
مواد أخرى	٢٪

● جدول ( ١ ) أهم أنواع الأصباغ ونسبة (%) استهلاكها في الصناعة .

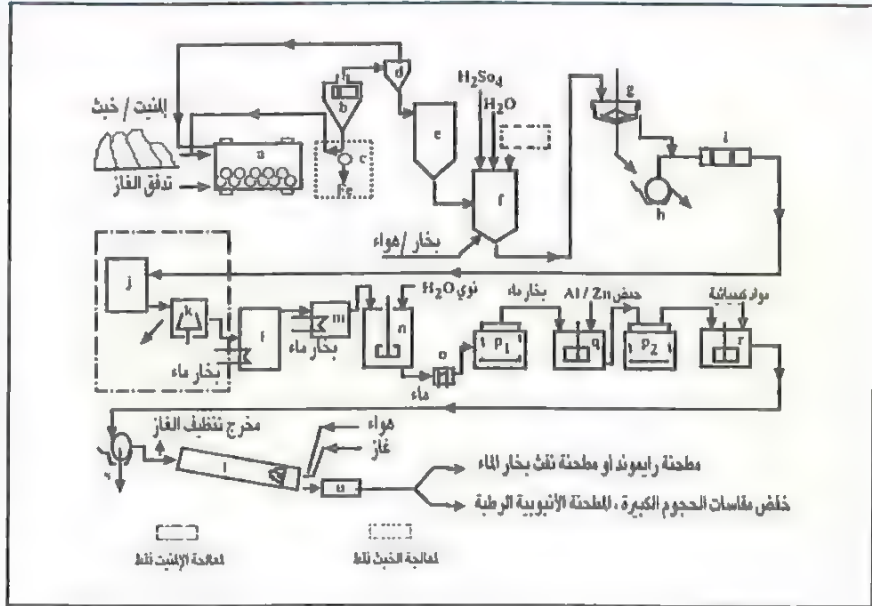
والكالسيوم والفاناديوم وكلوريدات المواد متبقية في المادة الخام .

٢ - تبريد غازات التفاعل: وتتم بواسطة رباعي كلوريد التيتانيوم ( $TiCl_4$ ) السائل (d) إلى أقل من  $200^\circ C$ ، وتفصل الكلوريدات المرافقة عن ( $TiCl_4$ ) بالتكاثف أو التسامي (e)، ثم يبرد غاز ( $TiCl_4$ ) إلى درجة حرارة تقل عن صفر مئوية حيث يتكثف معظمه (f).

٣ - تنقية  $TiCl_4$ : وتتم بتبخيره عند درجة حرارة الغرفة (J)، مع فصل كلوريدات الفاناديوم ( $VCl_3$  و  $VCl_4$ ) بإرجاعها إلى كلوريدات فاناديوم صلبة باستخدام عوامل مختزلة مثل النحاس، كما تجرى عملية تبخير أخرى في (i) لزيادة نقاوة ( $TiCl_4$ ).

٤ - حرق ( $TiCl_4$ ) واسترجاع  $TiO_2$ : يُبخّر ( $TiCl_4$ ) النقي في (k)، ويسخن البخار بصورة غير مباشرة إلى  $500^\circ C$  مع  $TiCl_4$  ثم يحرق  $TiCl_4$  مع الأكسجين عند  $900 - 1400^\circ C$  في (n) ليتشكل صبغ  $TiO_2$  وفقاً للمعادلة التالية:

$TiCl_4 + O_2 \longrightarrow TiO_2 + 2Cl_2$   
يتم تسخين الأكسجين المستخدم في (m) إلى ما يزيد عن  $1000^\circ C$  ويخلط مع  $TiCl_4$  الساخن في المفاعل لزيادة سرعة التفاعل. ويبرد الصبغ بسرعة كبيرة إلى أقل من  $600^\circ C$  في وحدة التبريد (o)، ويرشح الغاز الحاوي على الصبغ في (P)



شكل (١) مخطط مبسط لصناعة ثاني أكسيد التيتانيوم بطريقة الكبريتات.

وتتم على أربعة مراحل، (شكل ٢)، هي: -  
١ - الكلورة: تتم في مفاعل طبقة فوّارة مبطن بالأجر (c) عند درجة حرارة تتراوح بين  $800^\circ C$  إلى  $1200^\circ C$  في وجود عامل مختزل (كوك البترول المكلس)، حيث يتحول التيتانيوم الموجود في المادة إلى رباعي كلوريد التيتانيوم ( $TiCl_4$ ) وفقاً للمعادلة التالية:

$TiO_2 + 2Cl_2 + C \longrightarrow TiCl_4 + CO_2$   
وتتشكل كلوريدات أخرى مرافقة لكلوريد التيتانيوم مثل كلوريدات المغنسيوم

كبريتات الحديد ( $FeSO_4$ ) الخارجة من نفاية الحامض.

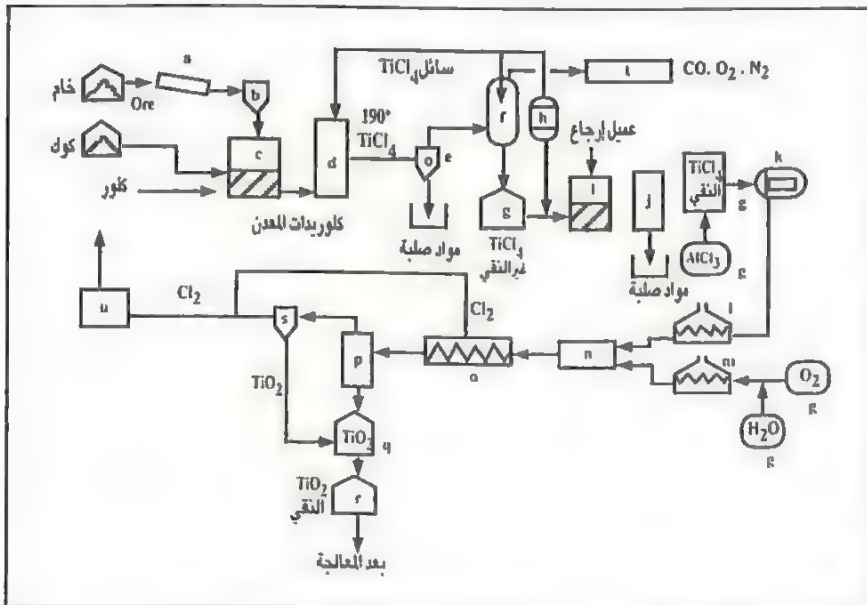
٦ - الحلمأة: وينتج عنها ترسب ماءات أكسيد التيتانيوم من المحلول عند درجة حرارة تتراوح بين  $94 - 110^\circ C$  في صهاريج مبطن بالطوب ومزودة بخلاطات (n) يمرر فيها بخار الماء.

٧ - التنقية: تُرشح ماءات أكسيد التيتانيوم المعلقة في الطور السائل ( $P_1$ )، وتغسل بالماء أو بحامض ممدد، وتزال معظم الشوائب المتميزة عليها بالإرجاع (قصر) باستخدام مسحوق الزنك أو الألمنيوم (q). ثم تجرى لماءات الأكسيد المترسبة، عملية ترشيح وغسيل مرة ثانية ( $P_2$ ) لإجراء عملة قصر ثانية باستخدام عوامل إرجاع قوية مثل ( $HOCH_2 - SO_2Na$ ).  
٨ - معالجة الماءات: وتتم للحصول على أصناف خاصة مميزة من الأصباغ، وذلك بمعالجة الماءات بمركبات فلز قلوي وحامض الفوسفور ( $> 1\%$ ).

٩ - التكليس: وتتم على ثلاثة خطوات هي ترشح الماءات المعالجة (s) لنزع الماء، وتكليس كمكة الترشيح في أفران دوارة (t)، وتبريد نواتج الاحتراق بالهواء (u).

١٠ - طحن المنتج النهائي: يطحن منتج الاحتراق ( $TiO_2$ ) إلى درجات نعومة معينة حسب نوع الصبغ المطلوب.

- طريقة الكلوريد (Chloride Process):



شكل (٢) مخطط مبسط لصناعة ثاني أكسيد التيتانيوم بطريقة الكلوريد.





وحينئذ يتأكسد بخار الزنك الناتج فوق سرير التفاعل أو عند مخرج الفرن مشكلاً أكسيد الزنك .

يستخدم أكسيد الزنك في صناعة الدهانات الخارجية لحفظ الأخشاب ، وفي الدهانات المقاومة للتآكل ، وفي مجالي صناعة الزجاج والخزف .

### الأصباغ الملونة

تتشكل الأصباغ الملونة إما على هيئة أكاسيد وهيدروكسيدات مثل أكسيد الحديد وأكسيد الكروم وأكسيد الفلز المختلط ، وإما على هيئة مركبات الكاديوم والبرزموت وغيرها . وتعد عناصر اللانثانيدات (Lanthanides) ، والعناصر الانتقالية (Transitional Elements) هي المسؤولة عن لون الصبغ ، كما تتميز بعض أكاسيد الفلزات بصفات لونية هامة بسبب خصائصها الضوئية ، بالإضافة إلى رخص ثمنها وسهولة الحصول عليها . ومن أهم أنواع الأصباغ الملونة ما يلي :

#### ● أكسيد الحديد

تتميز أصباغ أكسيد الحديد بثباتها الكيميائي ، وكثرة الألوان التي توفرها ، ورخص ثمنها ، وانعدام سميتها حيث يمكن استخدام النقي منها في تلوين المنتجات الغذائية والصيدلانية . تتألف أصباغ أكسيد الحديد من عدة مركبات هي الجيوثايت (FeOOH - α) ، والليبيدوكروسيت (FeOOH - γ) ، والهيماتيت (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - α) ، والماجهيميت (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - γ) ، والحجر المغناطيسي أو الماجنيتيت (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) .

تنقسم أصباغ أكسيد الحديد - حسب طريقة الحصول عليها - إلى نوعين هما :

● طبيعية : توجد على هيئة مركبات مختلفة الألوان منها الهيماتيت (أحمر) ، والجيوثايت (أصفر) ، وأتربة بنية ( غنية بأكاسيد الحديد والمنجنيز ) ، وترسينات (Siennas) وهي صبغ ترابي يحتوي على ٥٠ % أكسيد حديد ويصبح لونه بنيًا بالتحميم .

المالئة والدهانات الاستحلابية حيث تضاف هذه الأصباغ على المواد البلاستيكية خصائص بثق ممتازة ، كما أنها تتمتع بخصائص ترطيب وبعثرة جيدة للضوء .

● **الساكوتوليث (Sachotolith) :** ويتم إنتاجه بطريقة مماثلة لإنتاج الليثوبون ، حيث يخلط محلول كبريتيد الصوديوم مع محلول ملح زنك معالج بالكوبالت تحت ظروف محكمة ، ثم يكس كبريتيد الزنك الناتج ، ويصنع للحصول على صبغ الساكوتوليث .

تستخدم أصباغ الساكوتوليث بصفة خاصة في تلوين الكثير من لدائن التلدن الحراري وذلك لتجنب فعل السحج الذي تسببه المواد الملونة الأخرى على مكائن الإنتاج ، كما أنها تستخدم صبغاً أبيضاً للشحوم والزيوت .

#### ● أكسيد الزنك

يسمى أكسيد الزنك أيضاً أبيض الزنك أو الأبيض الصيني أو زهر الزنك ، وهو عبارة عن مسحوق ناعم أبيض اللون يتحول إلى اللون الأصفر عند تسخينه إلى ٣٠٠ م . وقد قدر الإنتاج العالمي لأكسيد الزنك عام ١٩٩٠م بحوالي ٥٠٠,٠٠٠ طن مشكلاً بذلك ١٠ % من الإنتاج العالمي للزنك . يتم إنتاج أكسيد الزنك بطريقتين أساسيتين هما :

● طريقة غير مباشرة : وتعد الطريقة الأساس لصناعة أكسيد الزنك حيث أنها تشكل حوالي ٨٠ - ٨٥ % من الإنتاج العالمي له ، ويتم بتسخين الزنك حتى الغليان في أفران متنوعة حسب المواد الخام المستخدمة ، ثم أكسدة بخار الزنك في الهواء وفقاً للمعادلة التالية :



● طريقة مباشرة : وتساهم بإنتاج حوالي ١٠ % إلى ٢٠ % من الإنتاج العالمي لأكسيد الزنك ، ويتم فيها تسخين المواد الحاوية على أكسيد الزنك مع عامل مختزل ( مثل الفحم ) إلى درجة حرارة مرتفعة تتراوح بين ١٠٠٠ م إلى ١٢٠٠ م في أفران دوارة حيث تجري التفاعلات التالية :



يعاد الغاز لمنطقة التبريد (O) ثم يؤخذ إلى وحدة تسييل (U) ويعاد من جديد لعملية كلورة .

● **الاستخدامات :** وتتمثل في عدة أغراض صناعية منها مايلي :-

صناعة الدهانات والطلاءات وأحبار طباعة .

تلوين رقائق التغليف البلاستيكية لإخفاء لسلع المحتواة بداخلها ، وإمكانية الطباعة عليها ، ووقاية المواد المغلفة من الإشعاعات ضارة التي تقلل من عمر الأغذية لحفظها .

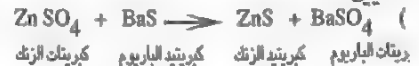
كمادة مضافة في صناعة الورق لإزالة نقابته ورقع جودته .

الطلاء الزجاجي ، وصباغة الألياف الاصطناعية ، وتلوين المطاط ، وفي مواد صابون ومساحيق التجميل ومعالجين لأسنان .

#### ● كبريتيد الزنك

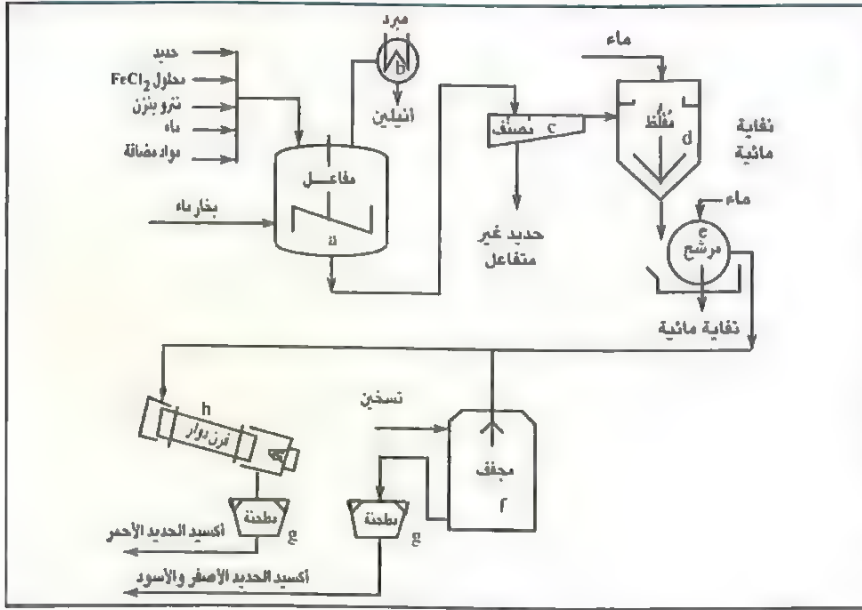
يستخدم أصباغ كبريتيد الزنك (ZnS) في صناعة الدهانات الخارجية لمنع مهاجمة لفطريات والطحالب ، حيث تتميز هذه أصباغ بقدرتها على إبادة تلك الكائنات ، كما تتميز أيضاً بثبات حراري حتى درجة حرارة ٥٥٠ م في وجود الهواء ، و انخفاض صلابتها ، ويوجد منها نوعان هما :-

● **الليثوبون (Lithopone) :** ويتم إنتاجه عمليتي ترسيب وتكليس (Calcination) زنج من كبريتيد الزنك وكبريتات الباريوم (BaSO<sub>4</sub>) ، مع ملاحظة أنه يمكن التحكم في نسب مكونات الراسب الأبيض الناتج من التفاعل بتغيير النسب الجزيئية للمواد الداخلة في التفاعل وذلك وفقاً للتفاعلين التاليين :



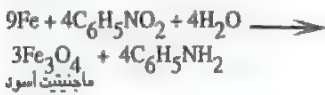
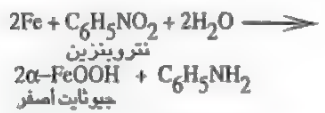
حيث يحتوي ناتج التفاعل في المعادلة (١) على ٢٩,٤ % وزناً من (ZnS) و ٧٠,٦ % وزناً من (BaSO<sub>4</sub>) ، بينما يحتوي الناتج في المعادلة (٢) على ٦٢,٥ % وزناً من (ZnS) و ٣٧,٥ % وزناً من (BaSO<sub>4</sub>) .

تستخدم أصباغ الليثوبون في صناعة مواد الطلاء والمواد البلاستيكية ، والمواد



\* شكل (٣) مخطط مبسط لصناعة أصباغ أكسيد الحديد بطريقة لوكس .

على أنواع كثيرة من أصباغ أكسيد الحديد يمتد مجالها اللوني من الأصفر إلى البني (خلاط من  $\alpha$ -FeOOH و  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> و  $\alpha$ -Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) ، ومن الأحمر إلى الأسود وذلك من خلال تغيير شروط التفاعل (نوع المواد المضافة ونسبة تركيزها وسرعة التفاعل) ، ومن أمثلة ذلك ما يلي :



\* الاستخدامات : وهي عديدة نظراً لقوة تلوين هذه الأصباغ ، وثباتها للضوء ، ومقاومتها للمواد القلوية . ومن أهم مجالات استخدامها المواد الملونة للبناء ، والدهانات والطلاءات ، والمواد البلاستيكية والمطاط .

### ● أكسيد الكروم

تتكون أصباغ أكسيد الكروم من أكسيد الكروم الثلاثي (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ، وتتميز بلون أخضر زيتوني يمكن أن يتدرج للألوان المائلة للصفرة بزيادة نعومة حبيباته ، أو يتدرج للألوان المائلة للزرقة بزيادة خشونة حبيباته . تتميز أصباغ أكسيد الكروم أيضاً بثباتها الجيد حيث أنها لا تذوب في الماء أو الأحماض أو القلويات ، كما أنها مقاومة

طريقة لوكس (Laux Processes) : وتتم ، بإضافة الحديد الخام (حديد خبث أو مشكل بالطرق) مع مركبات نترو العطرية (مثل مركب نترو بنزين) بصورة تدريجية - استخدام وسيلة معايرة - إلى صهرج مزود بخلاط (a) ، شكل (٢) ، يحتوى على محاليل كلوريد الحديد الثنائي ، وكلوريد الألمنيوم وحامض الكبريت ، وحامض الفوسفور ، مع رفع درجة حرارة التفاعل إلى ١٠٠ م ، حيث تقوم مركبات النترو بأكسدة أيونات الحديد الثنائي (Fe<sup>2+</sup>) إلى (Fe<sup>3+</sup>) ، ويتشكل الصبغ ، ويحرر الحامض الذي يقوم مرة أخرى بإذابة كمية إضافية من الحديد المعدني ليشكل أملاح الحديد الثنائي التي تتأكسد بمركب النترو لتكوين الصبغ ... وهكذا .

يتحول مركب النترو إلى أمين (b) ، ويتم نزع بالتقطير بالجرف البخاري ، كما ينزع الحديد غير المتفاعل بواسطة طاولات هزاة (c) . يفصل الصبغ في صهاريج ترسيب (d) لنزع الأملاح ، ويرشح بمرشحات دوارة (e) ، ثم يجفف على سير ناقل بالهواء المضغوط فتتشكل أصباغ صفراء ، أو سوداء يتم تكتيلها في أفران دوارة (h) في جو مؤكسد للحصول على أصباغ حمراء أو بنية اللون ، يتم طحنها حسب النعومة المطلوبة .

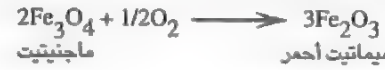
تستخدم طريقة لوكس في الحصول

تستخدم أصباغ أكسيد الحديد الطبيعية غالباً في طلاءات السفن ، وفي تلوين الأسمنت ، والمجوهرات الاصطناعية ، وورق الجدران ، كما تستخدم أصباغ المغرة والترسبة في إنتاج أقلام الطباشير وأقلام الشمع المستخدمة في الرسم .

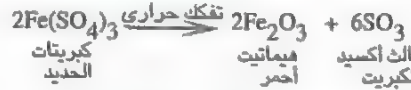
\* اصطناعية : وتكمن أهميتها - مقارنة بالأصباغ الطبيعية - في نقاوة تدرجها اللوني ، وقوة تلوينها ، وخصائصها الثابتة . وتوجد عدة طرق لإنتاج أصباغ أكسيد الحديد الصناعية أهمها ما يلي :

- تفاعلات الحالة الصلبة لمركبات الحديد: ويحصل منها على أصباغ متنوعة منها :

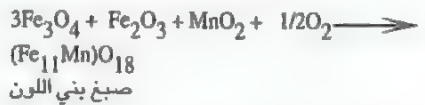
١- الأصباغ الحمراء : وتنتج عن تكتيل أكاسيد الحديد السوداء في جو مؤكسد ، وفقاً للمعادلة التالية :



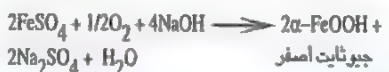
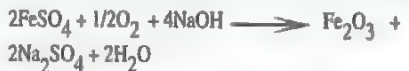
٢- أصباغ أحمر كبريتات الحديدوز : وتنتج عن التفكك الحراري لكبريتات الحديد المائية ، وفقاً للتفاعلين التاليين :



٣- أصباغ بنية متجانسة : وتنتج من تكتيل الجيوثايت ( $\alpha$ -FeOOH) مع كميات ضئيلة من مركبات المنجنيز وفقاً للتفاعل التالي :



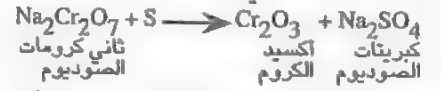
- طريقة الترسيب : ويحضر منها كل أشكال أصباغ هيدروكسيد أكسيد الحديد وذلك بترسيبها من المحاليل المائية لأملاح الحديد باستخدام مواد قلوية مثل هيدروكسيد الصوديوم أو النشادر في أوعية تفاعل مفتوحة حيث يتم أكسدتها بالهواء ، ومن أمثلة ذلك التفاعلين التاليين :



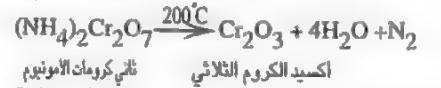


للضوء ودرجة الحرارة والطقس الخارجي .  
\* طرق التحضير: تتمثل في طريقتين صناعيتين هما :-

- إرجاع ثاني كرومات العناصر القلوية : ويتم ذلك بخلط ثاني كرومات الصوديوم أو البوتاسيوم مع عامل مختزل مثل الكبريت أو الكربون بصورة متجانسة ، في فرن مبطن بالطوب الحراري عند درجة حرارة تتراوح بين ٧٥٠ م إلى ٩٠٠ م ، وفقاً للتفاعل التالي :



- إرجاع ثاني كرومات الأمونيوم : وذلك بالتفكك الحراري لثاني كرومات الأمونيوم عند حرارة أعلى من ٢٠٠ م ، ثم يكلس الناتج مع إضافة فلز قلوي مثل (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) للحصول على الصبغ المطلوب وذلك كما يلي :



\* الاستخدامات : وهي عديدة منها صباغة مواد التجميل ، واللدائن ، والدهانات التي يمكن أن تلامس المواد الغذائية ، والدهانات والطلاءات الخضراء عالية الجودة للمتطلبات الخاصة ( مثل طلاءات السيارات ) .

### ● أكسيد الفلز المختلط

تتميز أصباغ أكسيد الفلز المختلط بتحملها لدرجات الحرارة المرتفعة ، وتغيير الطقس ، ومقاومتها للأحماض والقواعد ، وتعد هذه الأصباغ محاليل صلبة تتشكل من مادتين لهما نفس الصيغة الأساس ، وينتج فيها اللون نتيجة دخول كاتيونات ملوثة في الشبكة البلورية لأكسيد الفلز ، كما تؤدي الاختلافات في التراكيز النسبية في المحاليل الصلبة إلى التغير المستمر في خصائص هذه الأصباغ .

وتتمثل طريقة تحضير أكسيد الفلز المختلط بصورة عامة في تفاعل مكونات أصباغ أكسيد الفلز المختلط في حالتها الصلبة ( أكاسيد أو هيدروكسيدات أو كربونات أو نترات ) بعملية التكليس في أفران دوارة تتراوح درجة حرارتها بين ٨٠٠ إلى ٤٠٠ م ، حيث تتشكل الأصباغ التي يتم طحنها حسب الحجم المطلوب ، ثم تغسل وتجفف وتخزن للاستعمال .

\* أنواعها : ويوجد منها عدة أنواع أهمها : أصباغ روتيل (Rutile Pigments) : التي تتكون بإدخال بعض الأكاسيد في الروتيل (TiO<sub>2</sub>) ، مثل أكسيد النيكل وأكسيد الانتمون للحصول على صبغ أصفر اللون ، وأكاسيد الكوبالت والانتمون للحصول على صبغ المفرّة أصفر اللون ، وأكسيد الكروم - تنجستن للحصول على صبغ بني اللون يستخدم كمادة ملونة للخزف .

تستخدم أصباغ روتيل في طلاء الألمنيوم والفلواذ المستخدم في صناعة البناء ، وفي الحاويات ، والعربات والآلات .

### ● أصباغ الكادميوم

تتميز أصباغ الكادميوم بالوان ( أصفر ، برتقالي ، أحمر ، أحمر غامق - بوردو ) زاهية تستمر لفترات طويلة ، وبقوة تلوين متوسطة ، كما تتميز بثبات حراري مرتفع ، ومقاومة كيميائية للمضافات الأكالة ، ولتأثير العوامل الجوية .

تعتمد أصباغ الكادميوم في تركيبها على كبريتيد الكادميوم ، ويتم التحكم بلون الصبغ بإجراء استبدالات محددة للكاتيونات والأنيونات - الموجودة في الشبكة البلورية - بعناصر كيميائية مشابهة مثل الزنك والزنابق للكاتيونات والسيلينيوم للأنيونات .

\* أنواعها : وتشتمل على ثلاثة أصباغ هي : - أصفر الكادميوم : يتكون من كبريتيد الكادميوم النقي ، أو من بلورات مختلطة من كبريتيد الزنك والكادميوم (Cd , Zn)S وذلك باستبدال ثلث الكادميوم بالزنك ، يحضر أصفر الكادميوم بتفاعل فلز الكادميوم أو أكسيد الكادميوم أو كربونات الكادميوم مع أحد أملاح الزنك .

- أحمر الكادميوم : عبارة عن سلفوسيلينييد كادميوم (Cd (S,Se) يتشكل نتيجة استبدال السيلينيوم بالكبريت في الشبكة البلورية لكبريتيد الكادميوم . ويتدرج لونه من البرتقالي إلى الأحمر الغامق بازدياد محتوى السيلينيوم .

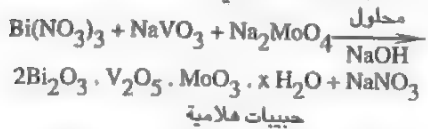
- كبريتيد الكادميوم والزنابق ( زنجفر ) : ويتم الحصول عليه نتيجة استبدال زنابق ثنائي التكافؤ بجزء من الكادميوم ، مع ملاحظة أنه كلما ازدادت نسبة الزنابق تغير لون الصبغ من الأصفر إلى الأحمر الغامق .

\* الاستخدامات : يستخدم حوالي ٩٠٪ من أصباغ الكادميوم في تلوين المواد البلاستيكية ، و ٥٪ في تلوين الخزفيات ، إلا أن الدراسات أثبتت وجود تأثير مسرطن لها ، لذلك وضعت ضوابط على استخدامها بانتظار منعها نهائياً .

### ● أصباغ البزموت

يعد صبغ موليبدات فانادات البزموت (3 Bi<sub>2</sub> MoO<sub>6</sub> . 4BiVO<sub>4</sub>) أهم أصباغ البزموت تجارياً ، ويتميز بلون أصفر مخضر ، وبقوة تلوين عالية ، وصفاء لوني مرتفع ، وبمقاومة جيدة للطقس . ويستخدم في صناعة الألوان الصفراء الزاهية التي تستخدم في الدهانات الصناعية .

ينتج صبغ موليبدات فانادات البزموت على مرحلتين يتم في المرحلة الأولى ترسيب أكاسيد وهيدروكسيدات البزموت والفاناديوم والموليبدونوم على هيئة حبيبات هلامية وذلك كما يلي :



أما المرحلة الثانية فيتم فيها تكليس الحبيبات الهلامية - بعد غسلها وتجفيفها - عند ٦٠٠ م فتتشكل بلورات كل من فانادات البزموت ، وموليبدات البزموت (Bi<sub>2</sub>MoO<sub>6</sub>) .

### ● أصباغ الكرومات

تتميز أصباغ الكرومات بالوان زاهية وبقوة تلوين جيدة ، وبمقاومة عالية للضوء والمواد الكيميائية ودرجة الحرارة المرتفعة والطقس .

تشتمل أصباغ الكرومات على عدة أنواع منها ما يلي :

\* كرومات الرصاص ( أصفر الكروم ) : وهي عبارة عن مجموعة أصباغ تتراوح في تركيبها بين كرومات الرصاص النقية وبين أصباغ مختلطة صيغتها العامة (Pb(Cr,S) O<sub>4</sub> ، ويتم الحصول عليها من خلط محاليل نترات الرصاص وثنائي كرومات الصوديوم .

تستخدم أصباغ أصفر الكروم في دهانات السيارات والدهانات الصناعية وفي المواد البلاستيكية .

\* أحمر وبرتقالي الموليبدات : وهي عبارة عن أصباغ مختلطة صيغتها العامة

فترة طويلة وذلك لعدة عوامل منها خصائصها الصباغية الممتازة الناتجة عن امتصاصها للضوء المرئي - معدل امتصاصها له ٩٩,٨٪ - وعدم ذوبانها في المذيبات ، وامتصاصها للأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء ، ولذلك يستخدم بعض أنواع هذه أصباغ كمثبتات ضد الأشعة فوق البنفسجية في المواد البلاستيكية . كما تستخدم أنواع أخرى في صناعات عديدة منها صناعة أحبار الطباعة ، والمواد البلاستيكية الملونة ، والألياف ، والطلاءات ، والورق ، بالإضافة إلى استخدامه مثبتاً مضاداً للأشعة فوق البنفسجية للبولي أوليفينات .

توجد عدة طرق لإنتاج أصباغ أسود الكربون من أهمها وأكثرها انتشاراً واستخداماً ما يلي :

• طريقة أسود الغاز (Gas Black Process) : تم تطويرها في ألمانيا في الثلاثينيات من هذا القرن حيث قام ديجوسا (Degussa) بوضعها على المستوى الصناعي سنة ١٩٣٥ م . وتتم هذه الطريقة بتبخير اللقيم الأولي ( زيت قطران الفحم الحجري ، أو نفتالين خام ، أو زيت الأنتراسين ) جزئياً في مَبْخَر (a) ، شكل (٤) . يُسحب الزيت المتبقي بصورة مستمرة ، بينما ينقل بخار الزيت إلى جهاز حارق باللهب (b) باستخدام غاز ناقل قابل للاحتراق ( مثل الهيدروجين ، أو غاز فرن الكوك ، أو الميثان ) ، ثم يضاف الهواء إلى المزيج ( زيت - غاز ) للحصول على حبيبات ذات حجم صغير جداً من أسود الكربون .

يتوضع نصف حبيبات أسود الكربون المشكلة على براميل الماء المُبَرَّد (c) حيث تكشط وتنقل إلى نموذج نقل هوائي ، ويجمع أسود الكربون المعلق في الغاز

برلين أو أزرق باريس ) ، بثبات حراري يصل إلى ١٨٠٠°م خلال فترة قصيرة ، ومقاومة عالية لتأثير الضوء والطقس ، والأحماض المخففة والعوامل المؤكسدة . وهي أصباغ غير ذوابة ، صيغتها الكيميائية  $(M^I Fe^{II} Fe^{III} (CN)_6 \cdot H_2O)$  حيث تمثل  $M^I$  البوتاسيوم أو الصوديوم أو الأمونيوم .

يتم الحصول على أصباغ أزرق الحديد من ترسيب معقدات سيانيد الحديد الثنائي مع محلول مائي لاملاح الحديد الثنائي ، حيث يكون الراسب الناتج عبارة عن سداسي سيانوفرات الحديد ذي اللون الأبيض والصيغة الكيميائية العامة  $(M^I Fe^{II} Fe^{III} (CN)_6)$  ، الذي تتم أكسدته بوساطة حامض كلوريد الهيدروجين وكلورات الصوديوم ليتحول إلى صبغ أزرق الحديد .

تستخدم أصباغ أزرق الحديد بصورة رئيسة في مجال الطباعة ، وفي تصنيع ورق الكربون ، وفي المجال الزراعي لتلوين المبيدات الفطرية عديمة اللون ، وصناعة دهانات السيارات ، وصناعة الورق الأزرق ، وفي المجال الطبي كعامل مطهر للأشخاص المعرضين لتناول مواد مشعة .

### • أصباغ أسود الكربون

تعد أصباغ أسود الكربون شكلاً من أشكال الكربون الفلزي المنتشرة بصورة كبيرة على هيئة حبيبات دقيقة جداً ، وتحتوي هذه الأصباغ - تبعاً لطريقة إنتاجها والمواد الأولية المستخدمة - على هيدروجين وأكسجين وآزوت وكبريت مرتبطة كيميائياً فيما بينها تتراوح نسبة الكربون فيها بصورة عامة بين ٨٠٪ إلى ٩٩,٥٪

استخدمت مواد أسود الكربون - قد يميل لونها إلى الأزرق أو البني تبعاً لنوعها وخصائصها الضوئية - على هيئة صبغ أسود منذ

Pb(Cr,Mo,S) O<sub>4</sub> ، تتراوح ألوانها بين الأصفر الليموني الفاتح إلى الألوان الحمراء ، ويعتمد تدرجها اللوني على نسبة الموليبدات (MoO<sub>3</sub>) وعلى هيئتها البلورية وحجم حبيباتها .

يتم تحضير أصباغ أحمر وبرتقالي الموليبدات من تفاعل محلول نترات الرصاص مع كل من ثاني كرومات الصوديوم وموليبدات الأمونيوم وحامض الكبريتيك ، ثم يثبت الصبغ الناتج بإضافة سيليكات الصوديوم وكبريتات الألمنيوم إلى المعلق الناتج من التفاعل .

تستخدم أصباغ الموليبدات في الدهانات وفي تلوين اللدائن مثل البولي إيثيلين والبولي ستيرين وغيرها ..

• أخضر الكروم : ويتم إنتاجه بالخلط الجاف أو الرطب بين أصفر الكروم Pb (S,Cr)C<sub>4</sub> وأزرق الحديد .

يستخدم صبغ أخضر الكروم في نفس مجالات استخدام أصباغ أصفر الكروم وأحمر الموليبدات المذكورة أعلاه .

### • أصباغ اللازورد

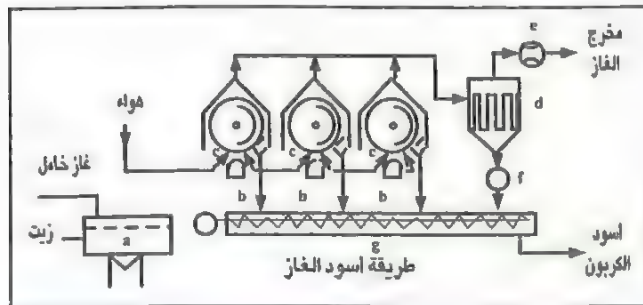
تتركب أصباغ اللازورد (الألترامارين) من شبكة المينوسيليكات ثلاثية الأبعاد تحتوي على أيونات صوديوم ومجموعات كبريت أيوني ، صيغتها الكيميائية  $(Na_{6,9} Al_{5,6} Si_{6,4} O_{24} S_{4,2})$  ، ويحدد تحول اللون من الأزرق إلى البنفسجي أو القرنفلي درجة أكسدة مجموعات الكبريت . وتوجد أصباغ اللازورد تجارياً على ثلاثة أشكال هي زرقاء محمرة ، أو بنفسجية ، أو قرنفلية اللون .

تتمتع أصباغ اللازورد بثبات عال للضوء ، كما تتحمل درجات حرارة مرتفعة تصل إلى ٤٠٠°م بالنسبة لللازورد الأزرق اللون و٢٢٠°م للبنفسجي ، و٢٠٠°م للقرنفلي ، إلا أنها غير مقاومة للأحماض .

تستخدم أصباغ اللازورد في مجالات واسعة منها صناعة اللدائن ، والدهانات ، ومساحيق الطلاء ، وأحبار الطباعة ، والورق ، والمنظفات ، ومواد التجميل ، والألوان الفنية ، والدمى ، والألياف الاصطناعية ، وفي العمليات النهائية على الجلد .

### • أزرق الحديد

تتميز أصباغ أزرق الحديد (أزرق



• شكل (٤) مخطط مبسط يوضح طريقة أسود الغاز .



## توليد ذرات الفرانشيوم

وفريقه من توليد مليون أيون من الفرانشيوم - ٢١٠ في الثانية، وحجز ألف ذرة أو أكثر في نفس الوقت داخل الإنتفاخ الزجاجي، ومع أن الذرات بقيت في الإنتفاخ لمدة عشرين دقيقة قبل أن تتلاشى أو تهرب، إلا أن السيل المستمر للذرات المتكونة حديثاً حل محل الذرات المفقودة مبقياً على عدد الذرات المحتجزة ثابت تقريباً لمدة دقيقة أو أكثر.

وقد تم احتجاز كمية كافية من الفرانشيوم، بحيث تمكنت كاميرا الفيديو من رصد الضوء الصادر منها عند اشعاعها. وقد بدت الذرات ككرات متوهجة بقطر مقداره واحد ملليمتر تقريباً، وكما يقول أورزوكو: إنها المرة الأولى التي يرى فيها الشعاع الصادر من الفرانشيوم.

يشير سبروس (Sprouse) إلى أن الباحثين الآن يستطيعون عمل قياسات دقيقة جداً للضوء المنبعث أو الممتص بواسطة الذرات المحتجزة، وقد أوضحت تلك القياسات النتائج العملية الأولى للتحويلات المختلفة بين مستويات الطاقة الذرية في الفرانشيوم، كما دلت على توافق جيد بين القيم التجريبية والحسابية المبنية على النظرية الكمية تعد هذه المعلومات الفائقة الدقة ضرورية - لاحقاً - لإكتشاف التأثير الدقيق للقوى النووية الضعيفة على سلوك ارتباط الإليكترونات بالذرة.

\* المصدر

Science News, Vol 149, May 11, 1996,  
P 294

يقع عنصر الفرانشيوم - أقل العناصر ثباتاً في العناصر المائية والثلاثة الأولى - عند الرقم ٨٧ في الجدول الدوري، وقد لوحظ وجوده بكميات ضئيلة في ترسبات اليورانيوم، وأن ذراته تتحلل بسرعة إلى عناصر أخف.

تمكن الباحثون - في الوقت الحاضر - من حجز ذرات الفرانشيوم في إنتفاخ زجاجي (Glass Bulb) باستخدام حقول مغناطيسية وحزمة ليزر محدد تذبذبها بدقة متناهية مما ساهم في إجراء دراسات تفصيلية للخصائص الذرية لهذا العنصر المشع النادر.

تمكن الباحثون من إنتاج الفرانشيوم - ٢١٠ (تحتوي ذراته على ٨٧ بروتوناً، و ١٢٣ نيوترونًا) بواسطة قذف ذرات الأكسجين - ١٨ نحو هدف مصنوع من الذهب المسخن إلى درجة الإنصهار تقريباً. تتحرر النوى من الهدف المكون من الذهب بصورة أيونات توجه كهربائياً على شكل شعاع، تتحول بعد ذلك - بواسطة المعادل - إلى ذرات متعادلة، ثم ترسل إلى الإنتفاخ الزجاجي لتفقد طاقتها نتيجة للحركة الترددية بين جدران الحاوية المغطاة بطلاء خاص، كما أن وجود ست حزم من أشعة الليزر - طول موجي قدره ٧١٨ نانومتر - ومجال مغناطيسي يعملان على التقليل من حركة الذرات، مما يؤدي إلى تجميعها على شكل عنقود في مركز الإنتفاخ الزجاجي (الفخ).

تمكن العالم أورزوكو (Orozco)

المتبقي بشفت الأخير بمراوح (e) عبر مرشحات لاقطة لهذه الحبيبات.

يتم تصنيف ورص أسود الكربون الناتج وتحبيبه، أو ينقل إلى عملية معالجة لاحقة بالأكسدة حسب الاستخدام النهائي له.

\* طريقة أسود الفرن: تم تطويرها في العشرينيات من هذا القرن، وتجرى في مفاعلات مغلقة يمكن من خلالها التحكم في المواد الداخلة بعناية تبعاً لنوع الصبغ المطلوب.

تتم هذه الطريقة بحقن اللقيم (زيوت بتروكيميائية أو كربوكيميائية ثقيلة من الفحم الحجري) بعد تسخينه إلى ١٥٠-٢٥٠ م°، لترديده في المفاعل حيث يسخن الهواء اللازم لاحتراق اللقيم تسخيناً أولياً إلى ٣٠٠-٦٠٠ م° أو أكثر ثم ترفع درجة الحرارة إلى (١٢٠٠-١٩٠٠ م°) من أجل تحلل اللقيم حرارياً ليشكل صبغ أسود الكربون.

يتم تبريد المزيج التفاعلي بمبادلات حرارية، ويجمع أسود الكربون من الغاز النهائي باستخدام جهاز تجميع مكون من مخاريط فصل ومرشحات، ثم ينقى أسود الكربون الناتج على هيئة زغب من الشوائب ويتميز بكثافة كتلية منخفضة جداً (٢٠-٦٠ جم/ليتر) حيث يتم رصه على هيئة حبيبات، ويعبأ ويخزن.

\* طريقة أسود المصباح: تعد أقدم طريقة لإنتاج أسود الكربون على المستوى الصناعي، وهي طريقة مستمرة جزئياً تستخدم لإنتاج أسود كربون خشن نسبياً (قطر حبيباته = ١٠٠ نانو متر)

تتمثل طريقة أسود المصباح في حرق اللقيم (زيوت حاوية على محتوى هيدروكربوني عطري مرتفع) في أوعية فولاذية منبسطة يصل قطرها إلى ١,٥ متر. يؤخذ الغاز الناتج الحاوي على أسود الكربون إلى أنبوب انطلاق مخروطي مبطن بالخزف يتبعه جهاز تجميع. ينتج الجهاز الواحد منها ١٠٠ كجم/ساعة من أسود الكربون.

وبنية الكربون المتشكل اللتان تعتمدان على نوع وتركيب المواد الأولية والتقنية المستخدمة لإنتاج تلك الألياف ، وعليه يمكن تصنيف ألياف الكربون حسب تلك الخواص إلى نوعين ، هما :

#### ● ألياف متناحية

الألياف المتناحية ( Isotropic ) هي ألياف ذات خواص متطابقة في جميع الاتجاهات ، وتتصف بانخفاض بلوريتها - لا بلورية في بعض الأحيان - وبنيتها التي تشبه ألياف الكربون الزجاجي فضلاً عن خواصها الميكانيكية الضعيفة ، مثل انخفاض القساوة وقوة الشد والمرونة ، مما يجعلها تصلح كألياف عزل ووسط ترشيح وكحاملة للمواد المحفزة ، ومن أمثلة هذا النوع من الألياف ، جدول (١) ، الألياف المصنعة من السيليلوز والصوف القطني والحيواني - ألياف الخراف - وألياف البولي أكريلونتريل .

#### ● ألياف غير متناحية

الألياف غير المتناحية ( Anisotropic ) هي ألياف تبدي خواصاً غير متطابقة في الاتجاهات المختلفة ، وهي ألياف عالية التبلر ( Crystalization ) مما يسببها خواص ميكانيكية جيدة مثل انتقال الضوء والناقلية الحرارية والكهربائية ودرجة الانضغاط وغيرها ، ولذلك فالألياف غير المتناحية عبارة عن خيوط جرافيت مجذولة تتصف بقوة ربط ومرونة عاليتين ، ومن أمثلة هذا النوع ، جدول (١) ، ألياف البولي



تصنف الألياف غير العضوية إلى ألياف يدخل في تصنيعها فلز السليكون والألياف غير سيليكونية تصنع إما من الكربون أو الألمنيوم أو البورون أو الفولاذ أو التنجستن ، ومثلما تم توضيحه في موضوع الألياف السيليكونية - تم تناولها في العدد السابق - تختلف الألياف غير السيليكونية بعضها عن بعض حسب المادة / المواد الأولية المستخدمة في التصنيع والغرض من صنعها .

تعتمد الخواص الميكانيكية لألياف الكربون على بلورية ( Crystalization )

تستخدم الألياف غير السيليكونية لعدة أغراض مثل العزل الحراري ، وتحفيز المفاعلات الكيميائية ، ومقاومة التآكل ، وكمواد ترشيح ، وللتقسية ، وفي صناعة الطائرات والمركبات الفضائية ، وفي صناعة السجاد والألبسة الواقية . هذا المقال سيتناول كيفية صناعة الألياف غير السيليكونية ، ومجال استخدامها وذلك كما يلي :

### ألياف الكربون

تعتمد صناعة ألياف الكربون على التحلل الحراري لبوليمرات غير قابلة للانصهار أو بوليمرات عضوية يتم تحويلها بدون انصهار في جو خامل إلى كربون .

البنية	المواد الأولية	نوع الألياف	قوة الشد (نيوتن/مم <sup>2</sup> )	معامل المرونة (نيوتن/مم <sup>2</sup> )	الكثافة (جرام/سم <sup>3</sup> )
متناحية ( Isotropic )	سيليلوز ، صوف قطني ، صوف حيواني ، بولي أكريلونتريل	ألياف عزل وألياف كربون نسيجي	٩٠٠ - ١١٠٠	٤٠٠٠٠	١,٦ - ١,٥
غير متناحية ( Anisotropic )	بولي أكريلونتريل	ألياف قياسية مقاومة للشد ( HT )	٣٥٠٠ - ٣٧٠٠	٢٤٠٠٠٠	١,٧٥ - ١,٧
		ألياف تقوية مرنة ( HM )	٢٠٠٠ - ٢٥٠٠	٣٠٠٠٠٠ إلى ٢٥٠٠٠٠	١,٨ - ٢,٠
	بتيومين وقطران الفحم	ألياف قياسية	٦٠٠ - ١٠٠٠	٢٠٠٠٠ - ٣٠٠٠٠	-

\* جدول (١) بعض صفات أنواع مختلفة من ألياف الكربون .



مردود الكربون (%)	درجة حرارة الشوي (م°)	معالجة تثبيت	مواد أولية
٢٠	٢٥٠٠	أكسدة بدرجة حرارة ٢٠٠ تحت الضغط الجوي	بولي فينيل الكحول
٦٥	٩٠٠		راتنجات فينولية
٣٠	١٢٠٠	$O_2$ , HCl	ريون
٢٥	٢٩٠٠	$O_2$ , HCl	
٦٠	١١٠٠	أكسدة عند درجة حرارة ٢٢٠ - ٢٥٠ م°	بولي اكريلونتريل أو بوليمرات مشتركة
٨٠	١٥٠٠	أكسدة تحت ضغط جوي أقل من نقطة التلين ( Softening Point )	بتيومين وقطران الفحم

\* جدول (٢) مردود الكربون من التحلل الحراري لمواد مختلفة .

بشكل متتال عند درجات حرارة أعلا من ١٥٠٠ م° ، شكل (١) ، في جو خامل حتى تتحول إلى ألياف غير متناحية ذات خواص ميكانيكية جيدة مثل درجة المرونة العالية (HM) وقوة الشد العالية (HT).

\* بولي اكريلونتريل : ويمكن تصنيعها حسب الخطوات التالية :

- التثبيت : وتجري عند درجة حرارة تتراوح ما بين ١٨٠ م° إلى ٢٠٠ م° عن



\* المركبات الفضائية يدخل في تصنيعها ألياف الكربون

الكربنة التي ينتج عنها اللباد والصوف الكربوني .

من جانب آخر يمكن تصنيع اللباد والصوف الكربوني من البتيومين وقطران الفحم بصهر وغزل الكربون عند درجة حرارة ٢٥٠ - ٤٠٠ م° . ثم أكسدتها في الهواء الجوي لإنتاج ألياف غير قابلة للانصهار .

تستخدم الألياف

المتناحية - اللباد والصوف الكربوني - في العزل الحراري عند درجات الحرارة العالية - في الأفران مثلاً - وكحامل للمواد المحفزة في المفاعلات الكيميائية ، كما تساعد مقاومتها للتآكل الكيميائي في استخدامها كمرشحات ، ولتبطين الوحدات الكيميائية لمقاومة التآكل .

تصنع الألياف غير المتناحية ( Anisotropic ) - مثل ألياف الكربون المجدولة - بالمعالجة الحرارية للمواد الأولية أو الألياف المتناحية وأكسدتها في ظروف معينة - تختلف حسب المادة الأولية - لتعطي مردوداً من الكربون يمكن استخدامه في صناعة الطائرات الحربية والفضاء وأدوات الرياضة ، وقضبان الصيد ، والتزلج ، والاحذية ، وسيارات السباق ، وطائرات النقل المدنية ، جدول (٢) . وتختلف طرق صناعة الألياف غير المتناحية حسب المادة الأولية وذلك كما يلي :

\* البتيومين وقطران الفحم : وتعد الألياف الناجمة عنهما بأنها ألياف متناحية ، ولكنها يمكن أن تخضع لمعالجة خاصة تتمثل في كربنة الألياف المتناحية الناتجة من الأكسدة تحت الضغط الجوي المذكور ، أو الناتجة من مواد خام ملائمة يمكن تطلها حرارياً مثل بولي فينيل كلوريد وبتيومين الزيت الخام أو الفحم عن طريق إذابتها في زيوت عطرية ذات درجات غليان مرتفعة . ويتم التحول إلى ألياف غير متناحية بتسخينها

أكريلونتريل والبتيومين وقطران الفحم .

## ● صناعة ألياف الكربون

تتم صناعة الألياف الكربون بشكل عام بواسطة التحلل الحراري لأنواع ملائمة من البوليمرات العضوية ، وفي حالة تصنيع ألياف التقوية ذات قوة الشد العالية ( High Tensile Strength - HT ) والمرونة العالية ( High Elasticity Modulus - HM ) يجب أن تتصف المواد الأولية بالخواص التالية : - غير قابلة للانصهار أثناء التحليل الحراري ، وفي هذه الحالة يمكن استخدام



● بعض منتجات الألياف المتناحية.

بوليمرات قابلة للانصهار بعد إخضاعها لمعالجة تجعلها عديمة الانصهار .

- ذات مردود مرتفع من الكربون عند التحليل الحراري .

- أن تكون بنية الكربون الناتج بعد التحليل الحراري بنية جرافيتية - متبلورة - ذات نسبة تشوه قليلة بقدر الامكان .

يمكن تصنيع الألياف المتناحية ( Isotropic ) مثل اللباد والصوف الكربوني بواسطة التحلل الحراري للانسجة العضوية من خلال مرحلتين يتم في المرحلة الأولى تفكك المادة العضوية عند درجة حرارة ٢٠٠ م° - مرحلة قبل التفحيم - بينما يتم في المرحلة الثانية تحلل المادة المتفحمة في غياب الهواء عند درجة حرارة ١٠٠٠ م° إلى عنصر الكربون ، وتسمى هذه العملية عملية

( ICI ) على شكل ألياف قصيرة - يصل طولها بضع سنتيمترات - عن طريق النفخ في وسط مائي ، ويتم الحصول على المحلول القابل للنفخ أو الغزل من أملاح الألمنيوم المختلفة بإضافة أكسيد السيليكون مع مساعدات غزل تنصف بأوزان جزيئية مرتفعة مثل بولي أكسيد الإيثيلين .

مما يجدر ذكره أن الألياف الخام المنتجة بالنفخ تتفكك بالتسخين عند درجات حرارة عالية ، ولكنها عند التبخير تتحول إلى بنية متعددة التبلور ( Polycrystalline ) من أكسيد الألمنيوم الانتقالي .

تستخدم الألياف سافيل بشكل رئيسي في مجال العزل الحراري عند درجات حرارة عالية تصل إلى ١٦٥٠ م ، وتأتي على شكل صفائح ورقية ، وصوف ، وحصيرة ، وليباد ، وألواح وأدوات مقبولة ، كما يمكن استخدامها في صناعة الحديد والفولاذ ، وكبدل عن الأجر للتغليف أو كطبقة مرنة في الأفران ، وفي أفران الاختزال عالية الحرارة التي لا يصلح فيها استخدام الألياف السيليكونية . وقد تم في الوقت الحاضر تصنيع ألياف خاصة من الألياف

مجال التقسية إلا أن أكثر الأنواع استخداماً هي من نوع ألفا أكسيد الألمنيوم (  $\alpha - Al_2O_3$  ) .

يبين شكل (٢) مخططاً لصناعة الألياف ألفا أكسيد الألمنيوم ، حيث يتضح أن الألياف الخام يمكن إنتاجها بغزل الرقائق الناعمة جداً من أكسيد الألمنيوم بمساعدة مواد إضافية ، ومن ثم تعليقها وإزالة الماء منها للمساعدة في إزالة لزوجتها ليصبح المعلق قابل للغزل الجاف . يلي ذلك معالجة الألياف الخام عند درجات حرارة

منخفضة من أجل التحكم في الانكماش ، ثم تصنع على شكل حزم - لعدد من الخيوط - حوالي ٢١٠ خيوط - بمعدل قوة شد ١٢٨٠ نيوتن / مم<sup>٢</sup> ومعامل مرونة ٣٧٩٠٠٠ نيوتن / مم<sup>٢</sup> ، بعدها يتم معالجتها عند درجات حرارة عالية ومن ثم تغليفها بأكسيد السيليكون لزيادة ثباتيتها عند إدخالها في معادن منصهرة لتساعد على التبلل لتصل قوة شدّها إلى ١٩٠٠ نيوتن / مم<sup>٢</sup> . ورغم جودة الألياف المنتجة بهذه الطريقة إلا أن مساوئها تكمن في أنه عندما يصل قطرها إلى ٢٠ ميكرومتر تكون كثافتها مرتفعة - ٣,٩ جرام / سم<sup>٣</sup> - الأمر الذي يكسبها صفات غير مرغوبة مثل الهشاشة وانخفاض مرونتها وقوة شدّها .

### ● الألياف العزل الحراري

تسمى الألياف أكسيد الألمنيوم المستخدمة في العزل الحراري بألياف سافيل ( Saffil ) ، وهي ألياف تم تصنيعها بواسطة شركة



\* شكل (١) صناعة الألياف الكربون (HM) من البتيومين وقطران الفحم

طريق الأكسدة أو المعالجة الكيميائية باستخدام أحماض لويس .

- الكربنة ( Carbonization ) : وفيها يتم التفكك الحراري للمادة المثبتة لإنتاج مادة وسطية غير قابلة للانصهار عبارة عن مادة بولي اكريلونتريل ذات قوة شد مرتفعة ( HT ) .

- الجرافيته ( Graphitization ) : وهي عبارة عن معالجة المادة الناتجة عن الكربنة عند درجات حرارة عالية جداً ، حيث يتم فيها تبلور الكربون إلى جرافيت لإنتاج كربون متبلور من الاكريلونتريل له درجة مرونة عالية ( HM ) . ويتم بعدها قولبته على شكل خيوط محبوكة بحوالي ٣٢٠ ألف خيط منفرد أو نسيج محبوك أو لباد .

### الألياف أكسيد الألمنيوم

تستخدم الألياف الألمنيوم في مجالي التقسية والعزل الحراري وذلك كما يلي :

### ● الألياف التقسية :

رغم أن هناك عدة أنواع من الألياف أكسيد الألمنيوم التي يمكن استخدامها في



● شكل (٢) مخطط صناعة الألياف ألفا أكسيد الألمنيوم .



### ● عملية استخلاص المصهور

تعد هذه العملية الأكثر استخداماً في صناعة الألياف المعدنية، وفيها يتم الحصول على الليف المعدني - بقطر ٤٠ ميكرومتر وطول بضع سنتيمترات - بواسطة أقراص دوارة مبردة تقوم بسحب الليف من مصهور المعدن.

### ● عملية تايلور

تختلف هذه الطريقة عن طريقة غزل المصهور في وجود أنبوب زجاجي يوضع فيه مسحوق المعدن أو مسحوق خليط معدني أو سلك، ويتم إمرار الأنبوب في فرن لصهر محتوياته من المعدن، ومن ثم يسحب الأنبوب إلى خيوط رفيعة جداً يصل قطرها إلى ميكرومتر واحد على شكل خيوط ليفية تسمى أسلاك تايلور، ويمكن ترك أو إزالة الغلاف الزجاجي في تلك الألياف حسب الاستخدام.

### ● استخدامات الألياف المعدنية

تستخدم الألياف المعدنية بوجه عام في تقسية المواد مثل تقسية الخرسانة والمطاط، كما يمكن استخدامها - خاصة الألياف الفولاذية الناتجة من عملية سحب الحزمة - كمواد ترشيح، ومخفضات للصوت، وفضلاً عن ذلك فإن من أهم تطبيقات الألياف الفولاذ المقاوم للصدأ (Stainless Steel) صناعة النسيج حيث تدخل في صناعة السجاد والألبسة الواقية بنسبة ٠,٥٪ إلى ٦٪ من الألياف المستخدمة للأغراض المذكورة.



● ألياف غزل تستخدم في صناعة النسيج.

الصفات الممتازة مثل الناقلية للكهرباء والحرارة، وقوة الشد العالية، ومعاملات المرونة العالية، ونقاط الانصهار المرتفعة، جدول (٣)، ولكن يعاب عليها ارتفاع كثافتها نسبياً، ولذلك فإنها تصلح فقط لتقسية المواد.

يتم الحصول على الألياف المعدنية بواسطة عمليات آلية تقطع فيها الرقائق وتعدن فيها المساحيق ثم يتم سحبها على شكل ألياف بواسطة مواد عضوية لاصقة، وكذلك عن طريق تعدين الألياف غير المعدنية لإذابة الأسلاك المعدنية كيميائياً، ومن ثم تحويلها إلى ألياف معدنية بسماكة معينة، وهناك عمليات مختلفة ومتعددة لقولبة الألياف المعدنية إلى ألياف رقيقة هي كما يلي:

### ● عملية السحب الميكانيكي

يتم في هذه العملية سحب السلك من خلال فتحات أو قوالب أو حلقات تتناقص مساحات مقاطعها على عدة خطوات متتالية حيث يمكن تجنب زيادة هشاشة أو سرعة انكسار الألياف مع تناقص قطرها عن طريق إجراء عملية تصلب بين المعالجات.

### ● عملية سحب الحزمة

تستخدم عملية سحب الحزمة (Bundle Drawing Process) لتصنيع الألياف المعدنية الرفيعة جداً، وفيها يتم إدخال الأسلاك في قالب نحاسي قابل للسحب الميكانيكي، وتصل أقطار الألياف المنتجة بهذه الطريقة إلى أقل من ١٢ ميكرومتر، حيث وصل في الوقت الحاضر إلى ٠,٥ ميكرومتر.

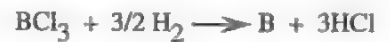
### ● عملية غزل المصهور

يتم في عملية غزل المصهور (Melt Spin Process) دفع المصهور من خلال قوالب في قاذف رقيق إلى وسط سائل تزيد فيها سرعة التبريد عن سرعة تفكك المصهور إلى قطرات.

السافيل - ألياف (Saffil - RF) - تضاهي الألياف الزجاجية لتقسية معادن الألمنيوم والمغنيسيوم، كما بدأت بعض الشركات اليابانية في صناعة ألياف أكسيد الألمنيوم متعددة التبلور لاستخدامها في العزل الحراري.

## ألياف البورون

تستخدم ألياف البورون بشكل رئيس في صنع أجزاء للطائرات والمركبات، ويفضل تصنيعها عن طريق ترسيبها كيميائياً على ألياف معينة، ويرجع ذلك إلى أن ألياف البورون سميكة - أقطارها من ١٠٠ إلى ١٤٠ ميكرومتر - وعالية الكثافة - ٢,٦ جم/سم<sup>٣</sup> - مما يجعلها صعبة التشكيل، يتم ترسيب ألياف البورون - معامل مرونتها ٤٠٠ ألف نيوتن/مم<sup>٢</sup> - وقوة شدتها ٢٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ نيوتن/مم<sup>٢</sup> على ألياف الكربون أو التنجستن في شكل بخار البورون بطريقة كيميائية، وذلك باختزال كلوريد البورون الثلاثي حسب المعادلة التالية:



يتم التفاعل المذكور في أنبوب يبلغ ارتفاعه حوالي مترين عند درجة حرارة تصل إلى ٢٧٠٠م للتشغيل المستمر، يمكن زيادتها إلى حوالي ٦٠٠م في حالة الحاجة إلى طلاء بسماكة ٢ - ٦ ميكرومتر من كربيد البورون كطبقة واقية في حالة الترسيب في ألياف الكربون.

مما يجدر ذكره أنه يجب تسخين الألياف المراد تغليفها بالألياف البورون إلى درجة حرارة تتراوح ما بين ١٢٠٠ - ١٣٠٠م ليتسنى ترسيب البورون الناتج من تفاعل الاختزال المذكور على تلك الألياف.

## الألياف المعدنية

تتصف الألياف المعدنية بعدد من

الليف	درجة حرارة الانصهار م	الكثافة ٣ جم/سم	قوة الشد نيوتن/مم <sup>٢</sup>	معامل المرونة نيوتن/مم <sup>٢</sup>	القطر ميكرومتر
فولاذ (حبل العجلات)	١٤٠٠	٧,٨	٢٥٠٠	٢٠٥٠٠٠	١٥٠
فولاذ مقسى (أسلاك تايلور)	١٤٠٠	٨	٢٨٠٠	٢١٠٠٠٠	٧
تنجستن	٢٤٠٠	١٩,٣٠	٤٠٠٠-٢٠٠٠	٤٢٠٠٠٠-٣٥٠٠٠٠	١٢

\* جدول (٣) بعض خواص الألياف المعدنية.

لنوعية استخداماتها إلى خمسة أنواع هي :

- دهانات المواد المألثة ( Fillers ) : وهي مواد تشبه المعجون ، وتحتوي على نسبة عالية من الصبغ ، وتستخدم لتسوية سطوح الجدران أو الأخشاب المتعرجة لجعلها ناعمة الملمس وجيدة المظهر .

- دهانات المواد السادة ( Sealers ) : وهي مواد منخفضة اللزوجة قد تحتوي أو لا تحتوي على الأصباغ ، وتستخدم لسد مسامات السطوح .

- دهانات وجه الأساس ( Primers ) : وهي عبارة عن مواد أولية تحتوي على نسبة عالية من الصبغ ، وعلى نسبة منخفضة من المواد الرابطة واللاصقة ، وتستخدم كأساس للسطوح الجديدة غير الدهونة أو للسطوح القديمة قبل استخدام المواد المألثة أو السادة .

- دهانات الوجه ماقبل الأخير ( Undercoats ) : وتتكون أساساً من الصبغ ، وتستخدم بعد وجه المعجون الأخير . وقد تكون هذه الدهانات لماعة أو مطفية ( عديمة اللمعان ) كما أنها قد تكون ملونة أو عديمة اللون .

تضاف بعض الملونات إلى دهانات الوجه ماقبل الأخير قبل استخدامها وذلك للتمييز بين وجه الطلاء قبل النهائي والنهائي .

- دهانات الوجه الأخير ( Finishes ) : وهي عبارة عن دهانات ذات تركيبات خاصة - تحتوي أولاً تحتوي على صبغ - للحصول على صفات معينة مثل إطالة زمن تحملها للعوامل الجوية ، وإكسابها درجات لمعان مختلفة .

### مكونات الدهانات اللامائية

تشتمل الدهانات اللامائية على عدة مكونات يمكن توضيحها على النحو التالي:

#### ● الأصباغ

الأصباغ عبارة عن مواد صلبة توجد على هيئة مسحوق ناعم جداً - يتراوح

### الدهانات

#### اللامائية عبارة عن مزائج

فيزيائية سائلة تتكون بصفة أساس من مذيبات هيدروكربونية ، وزيوت نباتية جفوفة حاملة لأصباغ غير عضوية وعضوية ، بالإضافة إلى بعض الإضافات الأخرى - تعتمد نوعيتها وكميتها على نوع الدهان والغرض المستخدم له - مثل مواد الترابط ، والمواد الممددة أو الباسطة ، والملدنات ، والمواد المجففة ، وعوامل مانعة للتجلد ، و مواد مانعة للترقيد ، وأخرى مضادة للفطريات . وتجف الدهانات عند استخدامها لتكوين طبقة رقيقة بقساوة عالية وجفاف كبير .



الإيوكسيدات ، والبولي يوريثينات ، والألكيدات ، والأكريلات ، والسيليكونات .

### تصنيف الدهانات

تصنف الدهانات اللامائية عملياً طبقاً لعدة عوامل منها :

\* نوع الصبغ المستخدم : مثل دهانات الرصاص الأحمر ، وأكسيد الكروم الأخضر ، وأزرق بروسيا ، وأكسيد الحديد الأسود .

\* نوع المادة الرابطة : مثل الدهانات الألكيدية ، والإيوكسية ، والأكريليكية ، والسيليكونية .

\* نوعية الاستخدام : وتعد من أهم عوامل تصنيف الدهانات وأكثرها شيوعاً في وقتنا الحاضر . وتصنف الدهانات طبقاً

بدا استخدام الدهانات منذ آلاف السنين لأغراض الزينة والديكورات داخل وخارج المباني ، وفي الأعمال الهندسية ، وطلاء البواخر ، وكان المصريون القدماء أول من قاموا بتحضير الدهانات من الصمغ العربي والجيلاتين وبياض البيض وشمع النحل .

اعتمد تركيب الدهانات في بداية صناعتها بشكل أساسي على استخدام الزيوت الجفوفة ، واستمر ذلك حتى قرابة نهاية الربع الأول من هذا القرن عندما تم اكتشاف وتصنيع الراتنجات الألكيدية والورنيشات والأصباغ اللاعضوية .. وغيرها .

ومنذ الحرب العالمية الثانية تطورت صناعة الدهانات بشكل واسع وسريع نظراً لظهور أنواع جديدة من الراتنجات - تلائم جميع أنواع الدهانات - مثل



مجم حبيباته بين ٠,٢ إلى ٢٠ ميكرومتر -  
ير قابل للانحلال في الوسط المستخدم  
ل يتشتت فيه .

تصنف الأصباغ بصفة عامة حسب  
ركيبتها إلى مجموعتين هما :

١- الأصباغ غير العضوية : هي مواد  
لبيعية أو صناعية ذات ألوان مختلفة  
تصف بعدة خواص فيزيائية منها ثباتية  
ون عالية ، وامتصاص منخفض للضوء  
مع قوة تبعثر عالية ( High Scattering Power ) ،  
مقاومة جيدة للعوامل الجوية كالحرارة  
الرطوبة والضوء ، وقوة تغطية عالية  
(عدم شفافية) للسطوح سواء أكانت فلزية  
و خشبية أو أسمنتية .

تعتمد قوة تغطية الصبغ على ثلاثة  
عوامل هي :

١- حجم حبيبات الصبغ .

٢- درجة تشتت الصبغ في الوسط الحامل  
كونات الدهان .

٣- درجة تبعثر الضوء الساقط على السطح .

٤- الأصباغ العضوية : وهي مركبات

عضوية يتم الحصول عليها من الصناعات  
البتروكيميائية ، وتتميز بقوة إمتصاص  
عالية للضوء مع درجة تبعثر منخفضة  
( Low Scatering Power ) ، ولذلك تعدد  
الأصباغ العضوية - مقارنة بالأصباغ غير  
العضوية - ذات أهمية كبيرة في صناعة  
الدهانات .

تستخدم الأصباغ بنوعيه العضوية  
وغير العضوية - بجميع ألوانها - في  
صناعة العديد من الدهانات ، لزيادة قوة  
تغطيتها (عدم شفافيتها) ، وتحسين  
مقاومتها ضد تأثير العوامل الجوية  
المختلفة ، ويوضح الجدول (١) أهم أنواع  
الأصباغ غير العضوية والدهانات الناتجة  
عنها ، بينما يوضح الجدول (٢) ، أهم أنواع  
الأصباغ العضوية والدهانات الناتجة عن  
استخدامها .

### • الزيوت

تلعب الزيوت دوراً هاماً في حماية طبقة  
الطلاء وإطالة عمرها ، وتستخدم كمادة حاملة  
للأصباغ في صناعة الدهانات وذلك إما على  
شكل زيوت خام أو زيوت معدلة - تحسين

خواصها الفيزيائية - من خلال معالجتها  
بالحرارة أو القلويات أو الأحماض أو الغليان  
أو البلمرة أو نفخ الهواء .

تتضمن عملية جفاف وتقسية الزيوت  
في الدهانات عدة تفاعلات كيميائية مثل  
الأكسدة والبلمرة والتشابك ( Cross Linking ) .

تتم عملية جفاف الدهان على مرحلتين  
حيث يتم في المرحلة الأولى إمتصاص  
الزيت الأكسجين من الهواء الجوي مشكلاً  
بيروكسيد أو هيدروبيروكسيد - عند  
الروابط الأوليفينية - يتفكك جزئياً في  
المرحلة الثانية إلى مادة شبه صلبة مطاطية  
تتحول أخيراً إلى طبقة رقيقة متماسكة .

تستمر التفاعلات السابقة بمعدل بطيء  
جداً بفعل الضوء - خاصة الأشعة فوق  
البنفسجية - الذي يحفزها ويساعد على  
استمرارها إلى أن تستهلك طبقة الدهان  
ويتم تقشيرها بعد عدة سنوات من خلالها .

تصنف الزيوت المستخدمة في صناعة  
الدهانات إلى نوعين هما :

\* زيوت جفوفة : ومنها ثلاثة أنواع هي :

الأصباغ	الدهانات	الأصباغ	الدهانات
البيضاء كبريتات الرصاص أكسيد الزنك الليثيون ثاني أكسيد التيتانيوم كبريتات الباريوم أكسيد الأنتمون	الهياكل المعدنية والسفن، والوجه الأخير . الحديثة المقاومة لنمو الفطريات . الداخلية . الداخلية ، واللكرات ، وصناعات تغليف المواد الغذائية . مادة مالئة . المقاومة للحرائق .	الزرقاء أزرق الترمارارين أزرق بروسيا أزرق الكوبالت	معظم أنواع الدهانات . الكثير من أنواع الدهانات . الاستعمالات الخاصة .
الحمراء أكسيد الحديد الأحمر الرصاص الأحمر كرومات الرصاص القاعدية أحمر الكادميوم سيليكو كرومات الرصاص	الخارجية المقاومة لتأثير القلويات والأحماض العضوية . طلاء الهياكل الفلزية الحاوية على الحديد . المانعة للتآكل . الوجه الأخير . الواقية من التآكل للهياكل الفلزية .	السوداء أكسيد الحديد الأسود	المواد المائلة ، ودهانات الأساس ، والوجه قبل الأخير
الصفراء كرومات الزنك أصفر الكادميوم أكاسيد الحديد الصفراء	الواقية للسطوح الفلزية . الوجه الأخير . الخارجية المقاومة لتأثير القلويات والأحماض العضوية	الفلزية مسحوق الألمنيوم مسحوق الزنك مسحوق الرصاص	طلاء الفلزات .
الخضراء أكسيد الكروم أخضر الكروم	المقاومة لتأثير المواد الكيميائية . جميع أنواع الدهانات ، والمواد المائلة .	مواد باسطة أو ممددة بيريتات كربونات كالسيوم كاولين مايكا تالك	الأساس ، والوجه قبل الأخير والأخير ، والمواد المائلة أو السادة . المائلة ، والداخلية والخارجية . الأساس والوجه قبل الأخير ، والمادة المائلة . الخارجية المقاومة للحريق . الخارجية المقاومة للماء والحريق .

جدول (١) أهم أنواع الأصباغ غير العضوية والدهانات الناتجة عنها .

نبات الصويا بمردود يتراوح بين ١٥٪ إلى ١٨٪ من الزيت .

يتميز زيت فول الصويا بجفافه البطيء ، حيث تصل فترة جفافه إلى أكثر من ثلاث أضعاف فترة جفاف زيت بذر الكتان . ويستخدم زيت الصويا في صناعة دهانات الألكيد بعد فصل الأحماض الدسمة منه .

- زيوت أخرى : وتتمثل في العديد من الزيوت شبه الجفوفة - تتم معالجتها قبل الاستخدام - مثل زيت بذر التبنك ، وزيت العصفور ، وزيت بذر دوار الشمس ، وزيت السمك .

### ● المذيبات

المذيبات عبارة عن سوائل عضوية متطايرة ، تصنف تبعاً لدرجة غليانها إلى ثلاثة أنواع هي منخفضة درجة الغليان ( أقل من ١٠٠ م ) ، ومتوسطة ( بين ١٠٠ - ١٥٠ م ) ، ومرتفعة ( بين ١٥٠ - ٢٥٠ م ) .

تتصف المذيبات المستخدمة في صناعة الدهانات بعدة خصائص فيزيائية أهمها :

\* قوة المذيب : وتعتمد على قطبية كل من المذيب والمذاب ، فالمذيبات القطبية تقوم بإذابة المكونات القطبية ، بينما تذيب المذيبات اللاقطبية المكونات اللاقطبية في مزيج الدهان .

\* معدل البخر : ويتوقف على عاملين أساسيين - يتغيران بتغير أنواع المذيبات - هما الحرارة النوعية للمادة ، والحرارة الكامنة ( Latent ) للبخر وهي الحرارة الموجودة في المركب وتزيد من معدل بخره ،

الدهانات	الأصباغ العضوية
لاستخدام الخارجي ودهانات الديكور. دهانات يتم تقسيثها بالأفران ودهانات الاستخدام الخارجي.	<b>الحمراء :</b> أحمر التولوين أحمر الأريل أميد
دهانات لعب الأطفال وغيرها من الدهانات الأخرى. دهانات الاستعمال الخارجي ، والدهانات التي يتم تقسيثها بالأفران.	<b>الصفراء :</b> أصفر هانسا ( Hansa yellow ) أصفر البنزين
دهانات صباغة الأسمنت ودهانات الوجه النهائي ، ودهانات أعمال الديكور.	<b>الخضراء :</b> صباغ أخضر - ب
الدهانات الصناعية ومعظم أنواع الدهانات الأخرى.	<b>الزرقاء :</b> أزرق الفثالوسيانين
جميع أنواع الدهانات.	<b>السوداء :</b> أسود الكربون

جدول (٢) أهم الأصباغ العضوية والدهانات الناتجة عنها .

الواحدة مما يزيد من فعاليته في صناعة الدهانات .

- زيت الخروع : ويتم الحصول عليه من نبات الخروع ويتميز بأنه عديم اللون ذو لزوجة عالية ، ويتكون بشكل رئيس من حامض الريسينولييك الذي يحتوي على رابطة واحدة مضاعفة ، ومجموعة واحدة من الهيدروكسيل .

يفقد زيت الخروع جزيئة ماء واحدة - عند تسخينه إلى درجة حرارة ٢٦٠ - ٢٨٠ م في وجود مادة محفزة - ويتحول إلى زيت خروع منزوع الماء يتكون من حامضين هما ١٢،٩ - أوكتايدكاواينويك ، وحامض ١١،٩ - أوكتايدكاواينويك . ومع استمرار تسخين الزيت يمكن الحصول على قطرات منه بلزوجة معينة حسب الاستخدامات المطلوبة .

\* زيوت شبه جفوفة : ومن أمثلتها :  
- زيت فول الصويا : ويتم استخلاصه من

- زيت بذر الكتان : ويتكون من أحماض دسمة رئيسية ( اللينولينيك ، واللينولييك مع كمية صغيرة من الأحماض الدسمة المشبعة ) تختلف في نسبتها من نوع لآخر حسب مصدر البذور ، والظروف الجوية أثناء نموها وانضاجها عند الحصاد . فعلى سبيل المثال ، يتكون زيت بذر الكتان الأرجنتيني من اللينولينيك ( ٢٧،٥ ٪ ) ، واللينولييك ( ٢١،٨ ٪ ) ، والأوليئيك ( ١٦،٥ ٪ ) ، وأحماض مشبعة ( ٩ ٪ ) ، وجليسرول ( ٤،٤ ٪ ) ، ومواد غير قابلة للتصين ( ٠،٨ ٪ ) . ويوضح الجدول (٣) أهم الخواص الفيزيائية لزيت بذر الكتان الخام والمعالج .

- زيت التانغ : ويعرف أيضاً « بزيت الخشب الصيني » ، ويستخرج من بذور شجرة التانغ بمردود يصل إلى حوالي ٣٠ ٪ . يتميز زيت التانغ بلون بني مائل للأصفر ، ورائحة

مميزة ، كما أنه أكثر لزوجة مقارنة بزيت بذر الكتان الخام .

تحتوي الجليسيريدات الموجودة في زيت التانغ على نسبة مئوية عالية من حامض الإيلايوستيريك ( Elaeostearic ) الذي يحتوي على رابطتين متضاعفتين في الجزيئة

معالج					نوع الزيت	الخواص الفيزيائية
بالهواء	بالبلمرة	بالغليان	بالقلويات	بالأحماض		
١٠٠ - ٩٦	٠٩٨ - ٠٩٥	٠٩٥ - ٠٩٤	٠٩٣٤ - ٠٩٣٠	٠٩٣٤ - ٠٩٣٠	٠٩٣٦ - ٠٩٣١	الكثافة النوعية عند (١٥،٥ م)
أعلى من ٤ - ٣ بواز	أعلى من ٤ - ٣ بواز	١،٢ - ٠،٨ بواز	٤٠ ( سنتيبواز )	٤٠ ( سنتيبواز )	٤٠ ( سنتيبواز )	اللزوجة
-	١،٤٨١ - ١،٤٩٠	-	١،٤٨١٠ - ١،٤٨٢٥	١،٤٨١٠ - ١،٤٨٢٥	١،٤٨٠٠ - ١،٤٨٣٥	معامل الإنكسار
-	-	-	١٩٥ - ١٩٠	١٩٥ - ١٩٠	١٩٥ - ١٩٠	قيمة التصين
-	-	٢ - ١ ٪	-	-	١ - ٠،٧ ٪	مواد غير قابلة للتصين
٢٦ - ٢٤ ساعة	٢٦ - ٢٤ ساعة	٢٤ - ١٦ ساعة	٤ أيام	٤ أيام	٤ أيام	زمن الجفاف بدون مواد تجفيف

جدول (٣) أهم الخواص الفيزيائية لزيت بذر الكتان الخام والمعالج .



١ - تفاعلات أكسدة : وفيها تمتص المواد الرابطة القابلة للأكسدة الأكسجين من الهواء الجوي ، وتشكل بطء طبقة من الدهان تجف تدريجياً وتتحول إلى مادة غير قابلة للذوبان في المذيبات المستخدمة في تركيبة الدهان .

٢ - تفاعلات تشابك : وتتم بتفاعل كيميائي بين المادة الرابطة والمواد الأخرى المكونة لطبقة الدهان ينتج عنه جفاف وتقسية تلك الطبقة .

تحدث تفاعلات التشابك في الدهانات ذات العبوتين ( Two - Packs ) مثل دهانات الایبوكسيدات ، والبولي يوريثانات .

٣ - تفاعلات حرارية : وتتم إما بالهواء الساخن أو في أفران شوي خاصة ينتج عنها جفاف وتقسية طبقة الدهان التي تتميز - في هذه الحالة - بمقاومتها للمذيبات والمواد الكيميائية .

الصيغ المستخدم ودرجة تبعثره في المادة الرابطة .

تصنف المواد الرابطة إلى نوعين هما :

\* مواد رابطة عضوية : وتتكون إما من مواد طبيعية مثل الزيوت الطبيعية ( تحتوي على أحماض دسمة ) والراتنجات الزيتية ( مثل الألكيدات ) والمنتجات الطبيعية المعالجة ( مثل نترات السيليلوز والمطاط المكلور ) ، وإما من مواد صناعية مثل راتنجات الألكيد والفينيل والأكريليك والإيبوكسي والبولي يوريثان والبوليمرات والراتنجات السيليكونية .

تنقسم المواد الرابطة العضوية بشكل عام إلى نوعين هما :

- عضوية متحولة : وهي مواد تخضع لعدة تفاعلات كيميائية تؤدي إلى تقسية طبقة الدهان ، ومن أمثلة هذه التفاعلات مايلي :

على سبيل المثال فإن معدل بخر رباعي ثوروي إيثان ( درجة غليانه ١٤٧ م ) أعلى من معدل بخر الماء عند درجة غليانه ١٠٠ م ) .

تفيد معرفة قيمة معدل البخار في اختيار المذيب المناسب اللازم لتجفيف طبقة دهان حسب الاستخدام المطلوب لها .  
مثلاً تسبب المذيبات سريعة البخار انخفاضاً في انسياب طبقة الدهان مما يقلل من عمرها ، بينما تزيد المذيبات بطيئة البخار من انسياب طبقة الدهان فيطول عمرها .

ويوضح الجدول (٤) الخصائص الفيزيائية لبعض المذيبات المستخدمة في صناعة الدهانات .

#### ● مواد رابطة

تشكل المواد الرابطة طوراً متجانساً في طبقة الدهان ، وتلعب دوراً كبيراً في لخواص الفيزيائية والكيميائية للطبقة التي تعتمد بصفة أساس على طبيعة ونوعية

الدهانات المستخدم فيها المذيب	الخواص الفيزيائية					المذيب
	الكثافة النوعية	درجة الغليان (م)	معامل الانكسار	نقطة الوميض (م)	معدل البخار (م)	
اللكر	٠.٦٤٥ - ٠.٦٧٦	٤٠ - ٦٠ ٦٠ - ٨٠ ٨٠ - ١٢٠	-	-	-	إيثر بترولي
الكحول أبيض	-	٢١٠ - ١٥٥	-	٤١	١٨	الزيتية ، الورنيشات ، الراتنجات الأمكيدية
تولوين	-	-	-	٤	٢١٤	الفينيلية والمطاطية المكلورة والنتروسيلاوز والزيوتية
مماكبات الزايلين (أورثو - ميتا - بارا)	٠.٨٦٠ - ٠.٨٧٥	١٢٨.٣ - ١٤٤.٢	-	٢٤.٤	٧٣	البولي يوريثان والمطاط المكلور وبوليميرات الفينيل المشتركة والالكيدات
تربنتين	٠.٨٦٢ - ٠.٨٧٢	١٥٠ - ١٨٠	١.٤٦٩ - ١.٤٧٨	٣٠ - ٣٧	-	معظم أنواع الدهانات وخاصة اللكرات والورنيشات
إيثانول	٠.٧٩٣٧	٧٨.٣	١.٣٦١٩	١٤	٢٥٣	الحاوية على زيت الخروع ، والورنيشات ، وخلات البولي فينيل وراتنجات حلقي الهكسانون واللكرات والنتروسيلاوز
أيزوبروبيل الكحول	٠.٧٨٥	٨٢.٤	١.٣٧٧٦	١٢	-	النتروسيلاوز واللكرات.
خلات الاثيل	٠.٩٠١ - ٠.٩٠٤	٧٨ - ٧٦	-	-	٤٨٠	النتروسيلاوز والورنيشات والدهانات الصناعية.
إيثيلين جليكول أحادي إيثيل الإثير ( السيلوسولف )	٠.٩٣٠ - ٠.٩٣١	١٧١.٢ م	-	٦٧.٨	٣٠	معظم أنواع الدهانات.
فينيل أيزوبوتيل كيتون	٠.٨٠٢	١١٤ - ١١٧	١.٣٩٦	١٠	١٦٤	الأيوكسي والنتروسيلاوز والبولي يوريثان
أسيكتون	٠.٧٩٠	٥٦.٢	١.٣٥٩٩	١٦.٥	٩٤٤	النتروسيلاوز والبوليميرات الفينيلية المشتركة والورنيشات
خلات البوتيل	٠.٨٧٩ - ٠.٨٨٢	١٢٤ - ١٢٨	-	-	١٠٠	النتروسيلاوز والورنيش وجميع أنواع الدهانات الزيتية

● جدول (٤) أهم أنواع المذيبات ، وخواصها الفيزيائية ، والدهانات المستخدم فيها المذيب .

تضاف مسرعات التجفيف - بنسبة ٠,٢٥ - ٥٠٪ من نفثينات الرصاص ، و ٠,٢٥ - ٠,٥٠٪ من نفثينات الكوبالت وزناً من محتوى المادة الرابطة إلى الدهانات التي تجف بالأكسدة - مثل الألكيدات والورنيشات - لتسرع معدل أكسدة مكون الزيت غير المشبع للمادة الرابطة ، كما أنها تساعد على التشابك عند الروابط المضاعفة .

### صناعة الدهانات

تتم صناعة الدهانات في مبنى مكون من أربعة أدوار ، شكل (١) ، على عدة مراحل يمكن توضيحها على النحو التالي :

- اختبار وتحضير ووزن ومزج فيزيائي لمكونات الدهان وذلك في الدور الرابع من المبنى .

- نقل المزائج التي تم تحضيرها - في المرحلة السابقة - إلى الدور الثالث حيث يتم طحنها ومزجها بوساطة أجهزة خاصة لضمان انتشار الأصباغ والممدات والمضافات الأخرى في محلول الراتنج أو المحلول الزيتي للحصول على منتج متجانس من الأصباغ في الزيت .

- نقل مزيج الدهان إلى الدور الثاني حيث يتم إضافة المذيبات في أوعية خلط كبيرة تتسع لآلاف الليترات .

- ضخ المنتج إلى الدور الأول لإزالة الأصباغ غير المبعثرة بوساطة القوة النابذة أو مرشحات تحت ضغط وذلك للحصول على التركيبة النهائية للدهان ، ثم نقله للتعبئة ، والتغليف ، والتخزين .

\* مواد رابطة غير عضوية : وهي عبارة عن واد سيليكاتية تستخدم مع مسحوق الزنك للحصول على طبقة قاسية جداً ومقاومة للمواد الكيميائية والأكسدة .

ومن أمثلة المواد

سيليكات الإيثيل ، وسيليكات الأمونيوم الرباعية ، وسيليكات الصوديوم والليثيوم .

### الملدنات

تتميز الملدنات بأنها مواد غير قابلة للتطاير ، وثابتة كيميائياً ، ومتوافقة تماماً مع مكونات الدهان الأخرى ، وتعمل على تحسين مرونة وقابلية مد ( بسط ) طبقة الدهان دون التأثير على خصائص الدهانات الأخرى .

تستخدم الملدنات في صناعة اللكرات أو الدهانات غير المتحولة التي تجف عن طريق تبخر المذيب ، أو في بعض الأنواع التي تجف بالحرارة ، ويبين الجدول ( ٥ ) أهم أنواع الملدنات ، ودرجات غليانها ، واستخداماتها في صناعة أنواع مختلفة من الدهانات .

### مسرعات التجفيف

مسرعات التجفيف أو المجففات (Drying Accelerators) عبارة عن أملاح أحماض عضوية لمعادن متنوعة - مثل الكوبالت والمنجنيز والكالسيوم - قابلة للذوبان في معظم الزيوت المستخدمة في الدهانات .

الدهانات	درجة الغليان	الملدنات
خلات السيلولوز	٢٨٤م	ثنائي ميثيل الفثالات
نترات السيلولوز	٢٤٠م	ثنائي بوتيل الفثالات
الفينيل ونترات السيلولوز	٢٣٠م	ثنائي أوكтил الفثالات
نترات السيلولوز	٢٩٠م	ثلاثي بوتيل الفوسفات
نترات السيلولوز	٢٦٥م	ستيرات البوتيل
المطاط المكثور وسيلولوز الإيثيل	٢٠٣م	أوليات البوتيل (Butyl Oleate)

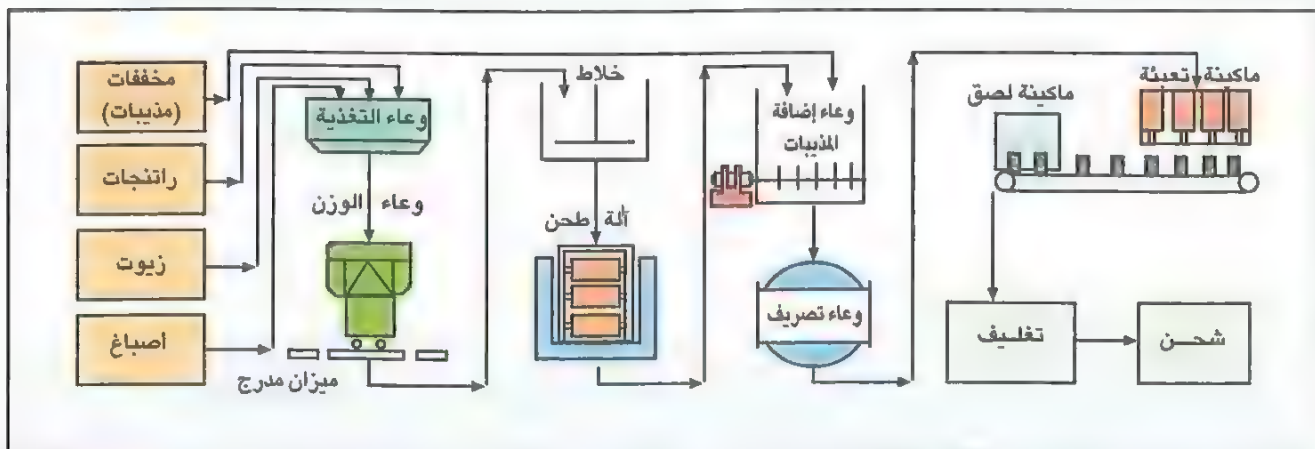
● جدول (٥) أهم أنواع الملدنات ، ودرجة غليانها ، والدهانات الناتجة عن استخدامها .

٤ - تفاعلات كيموضوئية : وذلك بتعرض طبقة الدهان لحزم من الإلكترونات أو الإشعاع ( مثل الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء ) حيث يتم جفاف وتقسية الدهان عن طريق ميكانيكية الجذور الحرة ( Free Radicals ) .

وتعد دهانات البولي استرات والاكريالات من أكثر أنواع الدهانات ملائمة لنقل هذه التفاعلات .

- عضوية غير متحولة : وهي مواد لا تعتمد على أي تفاعل كيميائي في تشكيل طبقة الدهان ، بينما يتم تشكيل الطبقة عن طريق تبخر المذيبات فقط . وتتميز الطبقة الناتجة بقابليتها للذوبان في المذيب الأم المستخدم في تركيبه الدهان .

ومن أمثلة المواد الرابطة العضوية غير المتحولة المطاط المكثور ، ونترات السيلولوز المستخدمة في اللكرات ، بالإضافة إلى توفر عدد كبير من البولييمرات - في الوقت الحاضر - تستخدم كماد رابطة في العديد من الدهانات الصناعية تساعد على تحمل جميع ظروف الاستخدام .



● شكل (١) مخطط مبسط لصناعة الدهانات اللاصقة .

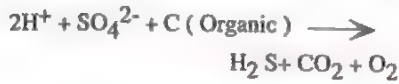


## ● الكبريت البركاني

يُكوّن الكبريت البركاني (Volcanic Sulphur) تجمعات حول البراكين والجبال البركانية، وحول ينابيع المياه الحارة وبالقرب منها، وهو يتكون إما من خلال تكثفه وترسبه من الغازات الكثيفة التي تطلقها البراكين في الجو والتي تحتوي على نسب عالية من بخار الكبريت، وإما نتيجة لتأكسد غاز كبريتيد الهيدروجين مباشرة بأكسجين الجو، وإما بتفاعله مع غاز ثاني أكسيد الكبريت حيث يترسب على شكل كبريت حر، وتوجد تجمعات الكبريت البركاني في أمريكا الجنوبية والمكسيك ونيوزيلاندة واليابان.

## ● الكبريت الرسوبي

يوجد الكبريت الرسوبي (Sedimentary Sulphur) في مناطق متعددة من العالم أهمها الولايات المتحدة الأمريكية، والاتحاد السوفيتي سابقاً، وبولندا، وجزيرة صقلية، ويوجد أيضاً بكميات كبيرة في العراق، وتعد كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس) أصل الكبريت الرسوبي، وهناك نظريات عديدة حول تحولها إلى الكبريت الحر، حيث يعتقد أنها تختزل بواسطة بكتيريا لاهوائية في وجود الهيدروكربونات التي تكون مرافقة لها، ويتحرر غاز كبريتيد الهيدروجين من كبريتات الكالسيوم ذاتها معطياً الكبريت الحر، وتعد عملية إختزال الجبس بأنها عملية بطيئة تتم بواسطة بكتيريا لاهوائية موجودة في باطن الأرض تعمل على استخدام الجبس كمصدر للطاقة وفقاً للتالي :-



## ● المصادر الأخرى للكبريت

بالإضافة إلى تواجد الكبريت بشكل حر في الطبيعة، فإنه يوجد متحداً مع عدد من الفلزات مكوناً مركبات الكبريتيدات والكبريتات التي تعد مصائد أخرى للكبريت، ومن أهم خامات الكبريت: البايرايت (Pyrite FeS<sub>2</sub>) والبايروتايت (Marcasite FeS<sub>2</sub>) والماركرزيت (FeS<sub>2</sub> . 2H<sub>2</sub>O) والجبس (CaSO<sub>4</sub> . 2H<sub>2</sub>O) والأنهيدرايت (CaSO<sub>4</sub>) الذي يعد واسع الانتشار في الطبيعة حيث يشكل أكبر احتياطي للكبريت في العالم.



لم تظهر أهمية الكبريت إلا في منتصف القرن الثاني عشر، عندما حل حامض الكبريتيك محل المستحضرات البدائية المستخدمة آنذاك في صناعة الدباغة والأصباغ والزجاج والأقمشة والصابون، وتأكدت مكانة الكبريت كسلعة لا بد لها في الأسواق مع ظهور الصناعات الكيميائية الحديثة، فاستخدم في إبادة الآفات الزراعية وكعامل مساعد في تصنيع مطاط دائم المرونة ومقاوم للحرارة وتقلبات الطقس، ومع استخدام الكيوسين في الإضاءة استخدم حامض الكبريتيك في تحلية النفط حيث يتم التخلص من بعض المركبات الكبريتية في النفط، ويمثل الكبريت أحد أهم العناصر الداخلة في صناعة الأسمدة الكيميائية لتصبح أكبر مستهلك للكبريت حتى وقتنا الحاضر.

كيميائياً فيوجد على شكل كبريتيدات وكبريتات، كما يوجد الكبريت في الينابيع الكبريتية على هيئة كبريتيد الهيدروجين (H<sub>2</sub>S)، وفي كثير من الغازات الصناعية مثل غاز أفران الكوك والغاز المولد، وعلى هيئة ثاني أكسيد الكبريت (SO<sub>2</sub>) في الغازات البركانية والغازات العادمة، ومن أهم المصادر الطبيعية للكبريت من الناحية الاقتصادية أغلفة صخور القباب الملحية (Cap Rocks of Salt Domes) ورواسب الأحواض المتبخرة (Evaporite Basins deposits) والترسبات البركانية (Volcanic Deposits).

يوجد الكبريت الحر في الطبيعة على أشكال بلورية متعددة أو على شكل كتل غير منتظمة، وهو ذو لون أصفر مميز، وفي بعض الأحيان يكون مائلاً للخضرة لإحتوائه على شوائب، وهناك نظريات عديدة حول منشأ وتكون الكبريت الحر في الطبيعة تتفق معظمها على أنه ينشأ من مصدرين أساسيين أحدهما بركاني والآخر رسوبي.

وهكذا فإن تاريخ الكبريت كسلعة صناعية وسيطة يرتبط إلى حد بعيد بالتاريخ الصناعي الحديث، فالكبريت لم يواكب الثورة الصناعية والمراحل المبكرة التي أعقبتها فحسب، بل تعمق دوره في كثير من جوانب الواقع الصناعي المعاصر، فعلى المستوى العالمي إن حوالي ٥٠٪ من مجمل استهلاك الكبريت يذهب في صناعة الأسمدة الكيميائية، و٢٦٪ يستهلك في مختلف الأغراض الصناعية الأخرى «الباقى يستخدم مباشرة في الزراعة أو الصناعة». أما على مستوى الوطن العربي فإن هناك حوالي ٩٠٪ يستخدم في صناعة الأسمدة بينما يستخدم الباقي في الصناعات الأخرى.

## المصادر الطبيعية للكبريت

يوجد الكبريت في الطبيعة على هيئة عنصر وعلى هيئة مركبات مختلفة، وقد وجدت الرواسب الكبريتية بالقرب من البراكين بشكل عام، أما الكبريت المتحد

كثافة الكبريت المنصهر أكبر من كثافة الماء فإنه يفوص إلى أسفل مكوناً حوضاً لتجمعه ، ويتم إستخراج الكبريت المنصهر إلى سطح الأرض بضغط هواء تحت ضغط عال إلى أسفل البئر بواسطة أنبوب خاص ، شكل ( ١ ) ، ويتم التحكم في حجم الماء الحار والهواء المضغوط ، بحيث يتم معدل خروجهما مساو لمعدل حقنهما ، وذلك تقادياً لتراكم الضغط على البئر ، ولمنع حقن ماء جديد فيها .

يتم نقل الكبريت السائل مع الكمية الفائضة من المياه عند السطح إلى محطة الفصل بأنبوب مسخن بالبخار ، وفي محطة الفصل يتم فصل الهواء وينقل الكبريت السائل إلى أحواض كبيرة ليتم تصلبه أو يبقى سائلاً في مراحل يتم تسخينها باستمرار بالبخار حيث أن ٩٥٪ من الكبريت الناتج يتم شحنه على هيئة سائل في البواخر والعربات الخاصة بذلك .

وعليه فإن تكلفة الطاقة تحدد أهمية هذا النوع كمصدر عالمي ثاني للكبريت .

● **كبريتات الكالسيوم المائية واللامائية**  
تعد كبريتات الكالسيوم المائية - الجبس ( Gypsum ) - واللامائية - الأنهدرايت ( Anhydrite ) - من المصادر الهامة لخام الكبريت بسبب الحجم الكبير للصخور المحتوية على هذا النوع من الكبريت ، غير أن قضية إنتاج الكبريت من هذا النوع ترتبط بتكلفة الطاقة اللازمة لإستخلاصه ، وقد توصل مكتب المناجم الأمريكي إلى تطوير طريقتين تعتمدان على تحميص الجبس بالفحم والغاز الطبيعي ، ليتم إختزاله إلى كبريتيد الكالسيوم الذي يعالج في مرحلة أولى لإنتاج غاز كبريتيد الهيدروجين ، ومن ثم يتم إستخلاص الكبريت الحر من الغاز في مرحلة تالية .

### إستخراج الكبريت

تختلف طرق إستخراج الكبريت حسب نوع الخام المتواجد فيه ، وذلك كما يلي:-

#### ● كبريت الترسيبات

يتم إستخراج الكبريت من رواسب الأحواض المتبخرة والترسيبات البركانية بواسطة التعدين بعدة طرق من أهمها :

● **طريقة فراش ( Frasch ) :**  
وتستخدم لإستخراج الكبريت - الموجود تحت الأرض أو تحت الماء - كما هو الحال في أغلفة صخور القبة الملحية ، حيث تقوم آلات حفر البترول بعمل منافذ بإختراق الصخور الكبريتية إلى قاع الأرض ، وقد تصل مسافة الحفر من ١٥٠ إلى ٧٥٠ متراً ، ويتم إنزال أنابيب معدنية داخل تلك المنافذ فيضخ فيها ماء حار عند درجة ١٦٠ م لتصل إلى الصخور الكبريتية فينصهر الكبريت بسبب انخفاض درجة إنصهاره - ١١٥ م - مقارنة بدرجة حرارة الماء ، وبما أن

توجد خامات البارايت والكبريتيدات الأخرى بكثرة وبشكل خاص في إسبانيا والبرتغال وقبرص وجمهورية الاتحاد السوفيتي ، وبشكل أقل في كندا وألمانيا وإيطاليا وفرنسا . من جانب آخر يعد الغاز الطبيعي ( Natural Gas ) المرافق للنفط وغازات المصافي أحد المصادر الهامة للكبريت في الآونة الأخيرة نسبة لإحتوائه على نسب مختلفة من كبريتيد الهيدروجين ، حيث يمكن فصله أو عزله عن المكونات الأخرى للغاز الطبيعي ، ومن ثم أكسده لإنتاج الكبريت .

### أشكال الكبريت

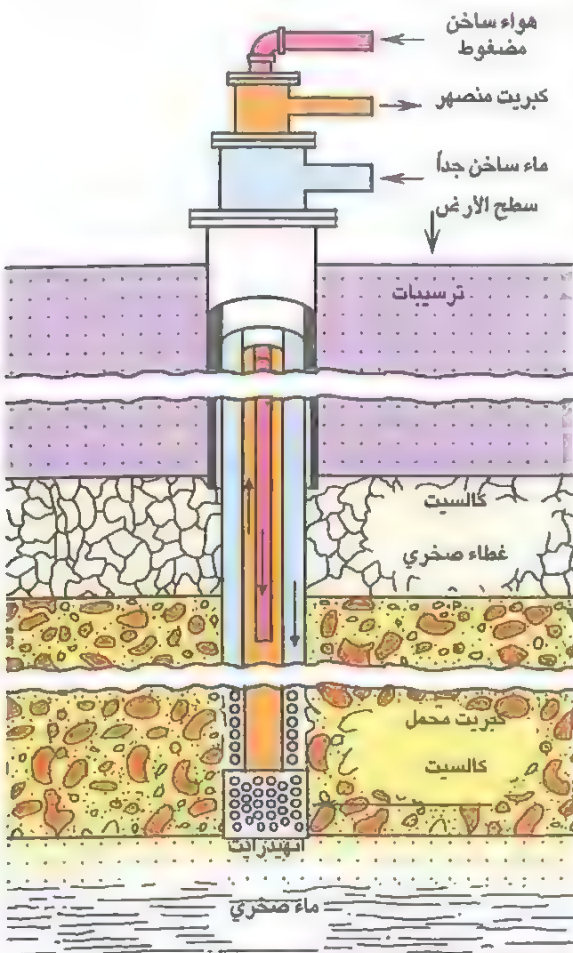
تلعب الإعتبارات الإقتصادية دوراً جوهرياً في إستغلال وتطوير التجمعات الكبريتية ، بحيث تدفع كلفة الإنتاج من أي مصدر وتحت أي شكل إلى إستثماره أو غرض النظر عنه ، ومع أن لكل شكل من أشكال الكبريت في الطبيعة إقتصادياته المميزة إلا أن الكلفة الإنتاجية الأقل لشكل ما من هذه الأشكال تؤثر عموماً على إقتصاديات الكبريت ككل ، ومن الأشكال المتعددة لإنتاج الكبريت ما يلي :-

#### ● الكبريت الطبيعي

يعد الكبريت الطبيعي ( العنصري ) الأقل تكلفة من ناحية الإنتاج على الرغم من أنه أقل وفرة في الطبيعة مقارنة بالأشكال الأخرى ، كما يعد الكبريت المتحد مع الغاز الطبيعي على شكل كبريتيد الهيدروجين والكبريت المسترجع من النفط أثناء عملية تصفيته - على شكل كبريت حر أو عنصري ( Brimstone ) - نوعاً آخر من أنواع الكبريت الطبيعي الذي أخذ يحتل مكاناً معيئاً في إقتصاديات الكبريت .

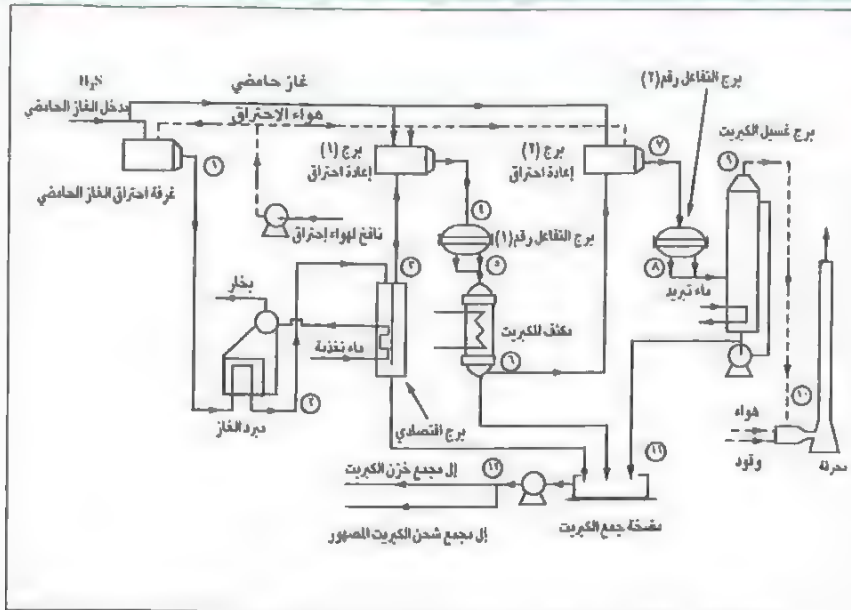
#### ● كبريتيدات الفلزات

تعد كبريتيدات الفلزات - تسمى إصطلاحاً بالبارايتات ( Pyrites ) - مصدراً مهماً للكبريت إذ رغم أنه يستفاد منها - إقتصادياً - أكثر لإستخراج ماتحتويه من معادن إلا أن عمليات تحميصها ينتج عنها غاز ثاني أكسيد الكبريت الذي يستغل في إنتاج حامض الكبريتيك (  $H_2SO_4$  ) المركز ، وتعد طرق إنتاج هذا النوع من الكبريت الأكثر كلفة بسبب إستهلاكها لكميات كبيرة من الوقود ،



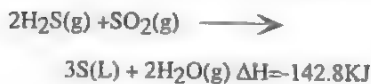
● شكل (١) مخطط فراش (Frasch) لإستخراج الكبريت.





● شكل (٢) وحدة كلاوس لإستخراج الكبريت.

عند درجة حرارة ٢٨٧ م ثم إلى برج التفاعل (٤) و (٥) اللذان يحتويان على عوامل مساعدة - محفزات - من الألومينا المنشطة ليتم تحويل الغازات إلى كبريت ، وذلك وفقاً للتفاعل التالي :



كما هو موضح فإن هذا التفاعل طارد للحرارة ، وتبلغ درجة حرارة نتاجه ٢٤١ م لذا يتم تبريده عند دخوله مكثف الكبريت (٦) لينتج عن ذلك كبريت سائل ويخار ماء ذو ضغط منخفض يبلغ ٤ ضغط جوي ليبقى الكبريت في حالته السائلة ، وقد دلت النتائج على أن الكبريت المنتج حتى هذه المرحلة يعادل ٦٦٪ من أصل الغازات الحامضية الموجودة في الغاز الطبيعي .

- للحفاظ على البيئة من الغازات غير المتفاعلة - حوالي ٣٤٪ - يتم من جديد تمرير الغازات خلال برج الاحتراق (٢) بالرقم (٧) ، من شكل (٢) عند درجة حرارة مناسبة لتفاعل غازي ثاني أكسيد الكبريت وثاني كبريتيد الهيدروجين .

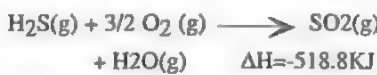
- يمرر الخليط إلى برج (٨) المحتوي على الألومينا المنشطة كعامل مساعد للتفاعل لينجم عن ذلك الحصول على الكبريت المنصهر .

- تبريد الكبريت وتجميع نواتج التفاعل الأول والثاني من برج مادة الاحتراق (١) و (٢)

يسترجع الغاز من المحلول بالتسخين ليرسل إلى وحدة المعالجة للحصول على الكبريت النقي بواسطة طريقة كلاوس .

● طريقة كلاوس ( Claus ) : وتتلخص خطواتها فيما يلي :-

- دخول ثلث الغاز الطبيعي المختلط بمركبات الكبريت إلى غرفة الاحتراق رقم (١) ، شكل (٢) ، وفي وجود شعلة دائمة داخل الفرن حيث يتم تأكسد ثاني كبريتيد الهيدروجين إلى ثاني أكسيد الكبريت ، وذلك حسب المعادلة التالية :



وبما أن التفاعل طارد للحرارة كما موضح فإنه ينتج عنه درجة حرارة عالية جداً (٩٢٧ م) .

- تبريد بخار الماء وغاز ثاني أكسيد الكبريت بإمرارهما داخل برج تبريد رقم (٢) ، ومن ثم الإستفادة من بخار الماء عند ضغط يبلغ ١١ ضغطاً جوياً في المرافق الأخرى داخل الوحدة .

- خلط غاز ثاني أكسيد الكبريت المبرد في الخطوة السابقة مع المتبقي - ثلثي الكمية - من الغاز الطبيعي ليتم تخفيض درجة حرارة الخليط لتصل إلى ٢٠٤ م ، ولكي يتم التفاعل بين ثاني أكسيد الكبريت ، وثاني كبريتيد الهيدروجين الموجود في الغاز الطبيعي فإنه يلزم إمرارهما إلى فرن (٣) ، شكل (٢)

## ● كبريت النفط والغاز الطبيعي

يحتوي خام النفط والغاز الطبيعي على نسب متفاوتة من المركبات الكبريتية ، وتتراوح هذه النسب في النفط ما بين ٥ - ٠٪ للنوع الخفيف إلى ٥٪ أو أكثر للنوع الثقيل ، بينما قد تصل إلى ١٧٪ في الغاز الطبيعي ، وينبغي التخلص من المركبات الكبريتية الموجودة في النفط بسبب تأثيرها الضار - شديدة الحموضة - أثناء عمليات الإستخراج والشحن والتكرير ، ويتم التخلص من هذه المواد بمعالجتها بالمواد القلوية مثل هيدروكسيد الصوديوم ( NaOH ) ، وهيدروكسيد البوتاسيوم ( KOH ) ، والأملاح ضعيفة القلوية مثل كربونات الصوديوم وغيرها ، وكذلك بواسطة عمليات التحلية بإضافة أملاح وأكاسيد المعادن الثقيلة لتحويل المشتقات الكبريتية الحامضية مثل المركبتان ( RSH ) إلى الكبريتيدات الثابتة كيميائياً وحرارياً ، كما يستخدم الكبريت العنصري والأكسجين كموامل مؤكسدة للمركبتان في وجود بعض المحفزات أثناء عمليات التحلية ، وذلك على النحو التالي :-



كذلك يمكن معالجة النفط بحامض الكبريتيك المركز للتخلص من بعض المركبات الكبريتية الموجودة فيه ، حيث يتم تأكسد ثاني كبريتيد الهيدروجين إلى الكبريت ، والمركبتان إلى داي سلفيد ، والثيوفين إلى الثيوفين المسلفن وغيرها ، بعد ذلك يتم التخلص من المشتقات الكبريتية الحامضية عن طريق معالجتها بالقلويات فضلاً عن عمليات نزع الكبريت بالهيدروجين .

من جانب آخر تعالج الخامات النفطية المحتوية على نسب عالية من ثاني كبريتيد الهيدروجين قبل عمليات التكرير بالتبخير الوميضي ، وذلك برفع درجة حرارة النفط الخام إلى ١٠٠ - ١٥٠ م عن طريق التبادل الحراري مع بعض منتجات التقطير تحت ضغط يتراوح ما بين ٢ إلى ٣ ضغط جوي ، يتم بعدها تحرير الخام إلى برج فصل ليتصاعد ثاني كبريتيد الهيدروجين من باقي الغازات المكونة للغاز الطبيعي عن طريق إمتصاصه بواسطة محلول كربونات الصوديوم أو الإيثانول أمين ثم

لتصل نسبة التحول إلى ٩٠٪

التخلص من المخلفات الغازية الأخرى مثل غاز ثاني أكسيد الكربون والنيتروجين، وما تبقى من غازي ثاني أكسيد الكبريت وثاني كبريتيد الهيدروجين بإمرارهما في برج يحتوي على مكثف - برج (٩) - يسمح بمرور الغازات فقط ويصطاد رذاذ الكبريت المعلق .

- تمرر الغازات المتبقية إلى المحرقة ( ١٠ ) ليتم التخلص من غازات الكبريت المتبقية عن طريق دفعها بهواء صادر من مروحة خاصة ، وفي وجود شعلة مستمرة - وعليه يتم تحويل غاز ثاني كبريتيد الهيدروجين إلى غاز ثاني أكسيد الكبريت الأقل ضرراً بالبيئة ، بعدها يتم خلط غاز ثاني أكسيد الكبريت بكمية كبيرة من الهواء ، ومن ثم تبريده وطرده بمروحة قوية إلى طبقات الجو العليا .

- تحميص الكبريت المنصهر في حوض أرضي تحت سطح مستوى أرض المصنع - مضخة جمع الكبريت ( ١١ ) - الذي عند امتلائه يتدفق الفائض منه إلى مجمع الشحن والخزن ( ١٢ ) .

مما يجدر ذكره أن جميع أماكن حفظ الكبريت المصهور يجب أن تبقى مغلقة بانابيب يمر من خلالها بخار عند درجة حرارة ١٤٠ م وضغط ٤ جوي للحفاظ على الكبريت في حالته المنصهرة ، وذلك تلافياً لأي مشاكل قد تنجم من التجمد ، ولسهولة نقل الكبريت المصهور إلى المصنع لإستخدامه في صناعة حامض الكبريتيك أو إستخدامات أخرى .

### إستخدامات الكبريت الصناعية

يمكن تفصيل الإستخدامات الصناعية للكبريت فيما يلي :-

#### ● حامض الكبريتيك

تسيطر صناعة حامض الكبريتيك على استعمالات الكبريت ، حيث يقدر إستهلاك هذه الصناعة من ٨٥٪ - ٩٠٪ من الإنتاج العالمي للكبريت ، وترجع المكانة التي يحتلها هذا الحامض إلى كونه العامل الرئيس الوسيط ( Major Intermediate ) في تصنيع الكيمائيات الصناعية ، وذلك لأنه أهم الأحماض ذات الأصل المعدني ، ولرخص

تكلفة إنتاجه ، ولقابليته للإسترجاع لإستخدامه من جديد ( Recyclable ) ، ولقلة تطايره نظراً لدرجة غليانه العالية ، إضافة إلى بعض المزايا الطبيعية التي تجعله أكثر قابلية للنقل عن سواه من الأحماض .

ورغم أن معظم كميات حامض الكبريتيك في الدول الصناعية تستخدم في إنتاج حامض الفوسفوريك إلا أن قدراً كبيراً من هذا الحامض يستهلك في إستخراج النحاس واليورانيوم ( ٥٪ ) ، وصناعة الأصباغ ( ٤٪ ) وتصفية النفط ( ٢٣٪ ) وصناعة الحديد والصلب ( ١٪ ) ، وما تبقى يستهلك وبدرجات متفاوتة في تصنيع المنتجات الإصطناعية ، وصناعات البلاستيك ، والمنظفات الكيميائية ، وفي صناعات البطاريات ، والورق وفي كثير من التطبيقات الكيميائية ، الأخرى كتقنية المياه وصناعات التعدين ومعالجة آبار البترول والمذيبات والجفافات ومواد إطفاء الحريق .

ومما يجدر ذكره أن هناك مجالات عديدة لإستخدام حامض الكبريتيك بالملكة مثل الصناعات التعدينية والكيميائية ووحدات التقطير والومضي لإغذاب المياه والأسمدة وغيرها ، شكل ( ٣ ) .

ويمكن تلخيص أهم الصناعات التي يدخل فيها حامض الكبريتيك كمادة أساسية كالتالي :-

- ١ - الأسمدة الكيميائية .
- ٢ - تكرير النفط والمنتجات النفطية .
- ٣ - معالجة الترب القلوية .
- ٤ - أصباغ ودهانات .
- ٥ - صناعة الحديد والصلب .
- ٦ - الصناعات الدوائية .
- ٧ - البطاريات السائلة .
- ٨ - صناعة النسيج .
- ٩ - المواد الكيميائية والمواد الحفازة .
- ١٠ - المتفجرات الصناعية .
- ١١ - مواد التنظيف .
- ١٢ - معامل تقطير المياه ومعالجة مياه المجاري .
- ١٣ - أخرى .

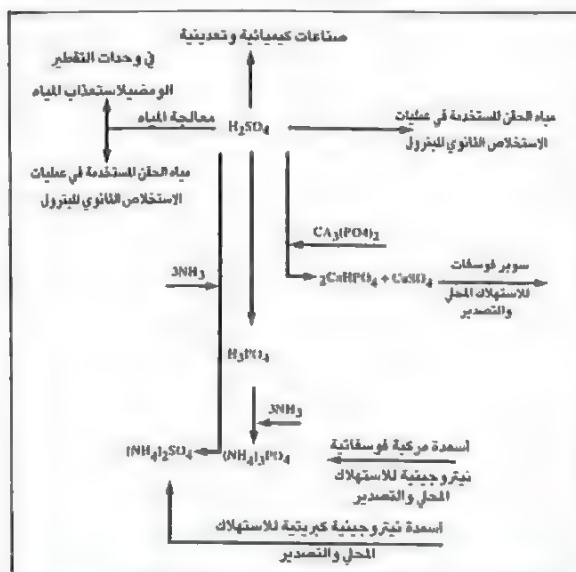
#### ● الأسمدة الكيميائية

يقدر مكتب المتاجم الأمريكي أن الكميات المستهلكة من الكبريت في

مجال الزراعة تقدر بحوالي ٦١٪ من الكمية المنتجة ، وذلك سواء كان ذلك بشكل مباشر يتمثل في إضافة عنصر الكبريت للأراضي الزراعية أو دمجها مع الأسمدة الأخرى ، أو غير مباشر يتمثل في دخول الكبريت في صناعة الأسمدة الفسفورية والنيتروجينية والبوتاسية ، ويتمثل الدور غير المباشر للكبريت أو حامض الكبريتيك في صناعة تلك الأسمدة فيما يلي :-

● الأسمدة الفوسفاتية : وتشمل السوبرفوسفات الأحادي والثلاثي وحامض الفسفور ، حيث يمكن صناعة السوبر فوسفات الأحادي بمعالجة صخر الفوسفات بحامض الكبريتيك مباشرة لينتج عن ذلك سماد أحادي بنسبة ٦١-٢٠٪ (  $P_2O_5$  ) . ويحتاج إنتاج طن واحد من السوبرفوسفات الأحادي إلى ٤٦ ، طن من حامض الكبريتيك ، أما إنتاج سماد حامض الفسفور فيلزمه إضافة كميات زائدة من حامض الكبريتيك - ٢,٧ إلى ٣ طن من الحامض لإنتاج طن واحد من حامض الفسفور - حيث يمكن بعدها إنتاج سماد السوبرفوسفات الثلاثي - ٤٦ إلى ٤٨٪ (  $P_2O_5$  ) - بمعالجة الصخور الفوسفاتية بحامض الفسفور المنتج من العملية السابقة .

● الأسمدة النيتروجينية : وتشكل كبريتات الأمونيوم [  $(NH_4)_2SO_4$  ] السماد النيتروجيني الأساس الذي يمكن إنتاجه بطريقة غير مباشرة من الكبريت ،



● شكل (٣) أهم مجالات استهلاك حامض الكبريتيك بالملكة.



حيث قوة تحمل الطرق وزيادة عمرها الزمني.

#### ● الطاقة

أثبتت تجارب البحث عن بدائل الطاقة أن الكبريت يعد مصدراً هاماً للطاقة، حيث ينجم عن حرقه طاقة تفوق الطاقة الناتجة عن المصادر التقليدية للطاقة، فمثلاً وجد أن حرق طن من عنصر الكبريت عند تحويله إلى حامض الكبريتيك يعادل طاقة برميلين من النفط، وعليه فإن عمليات صناعة حامض الكبريتيك، وهي الغالبة في صناعة الكبريت، يمكنها أن توفر كمية هائلة من الطاقة.

#### ● استخدامات أخرى

يستخدم الكبريت سواء على شكل عنصر أو مركب مثل حامض الكبريتيك في صناعات حيوية أخرى منها على سبيل المثال صناعة المطاط الإصطناعي، والأنسجة الصناعية المركبة، والأقمشة، والمتفجرات والمبيدات الفطرية، ودباغة الجلود، والمواد الصيدلانية، وحفظ الطعام.

وفضلاً عن ذلك توجد للكبريت استخدامات حديثة لم تكن معلومة من قبل، مثل: صناعات التغليف، والتعبئة، والعوازل.

### صناعة الكبريت بالملكة

تعد المملكة أكبر منتج للكبريت المستخلص من الغاز الطبيعي في المنطقة حيث يبلغ إنتاجها السنوي أكثر من ١,٨ مليون طن من الكبريت الذي ينتج بطريقة كلاوس، وينتج الكبريت في المملكة بوساطة الوحدات التالية :-

● شركة سافكو وتوابعها :- حيث توجد بشركة الأسمدة العربية السعودية ( سافكو ) وحدة لإستخلاص الكبريت من معامل الغاز الطبيعي، ومن ثم تصنيع اليوريا والنشادر ( الأمونيا )، فضلاً عن أن للشركة مراكز لتجميع الغاز الطبيعي، ومن ثم إستخلاص الكبريت منه في كل من بري والعثمانية وشدقم، وتبلغ الطاقة الإنتاجية لشركة سافكو وتوابعها ١,٤٤ مليون طن سنوياً.

● مصافي تكرير النفط :- ويتم فيها إزالة الكبريت المصاحب للنقط بطاقة إنتاجية سنوية تبلغ ٤٢١ ألف طن.

- ثالث أكسيد الكبريت ( Sulphur Trioxide-SO3 ) : ومن أهم إستخداماته صناعة حامض كلورو وفلوروسلفونيك ( Chloro Sulphonic and Fluoro Sulphonic Acids )، وكلوريد الثيونيل ( Thionyl Chloride )، وحامض أميدسلفونيك ( Amido Sulphonic Acid )، وعمليات السلفنة للمركبات العضوية المستخدمة في صناعة المنظفات.

● هاليدات الكبريت :- ومن أهمها ما يلي :- ثنائي كلوريد ثنائي الكبريت ( S2Cl2 ) : ويستخدم في صناعة ثنائي كلوريد الكبريت ( SCl2 )، وكلوريد الثيونيل، ورباعي فلور الكبريت، وزيتوت التشحيم، ومحفز في عمليات الكلورة لحامض الخل، وعمليات فلكنة المطاط.

- ثنائي كلوريد الكبريت ( SCl2 ) : ويستخدم في صناعة ثيونيل الكلوريد وعمليات السلفنة والكلورة.

- ثيونيل الكلوريد ( SOCl2 ) : ويستخدم بكميات كبيرة في عمليات الكلورة، وكثير من المركبات الوسيطة في صناعة المبيدات الحشرية والصيدلانية والأصباغ، وكمادة إلكتروليزية في خلايا جالفانيك (Galvanic Cells).

#### ● وصف الطرق

بدأت في الستينات من هذا القرن تجارب للإستفادة من عنصر الكبريت في وصف الطرق، وذلك عن طريق خلطه مع الأسفلت بنسبة ٢٠٪، وقد توالى التجارب منذ ذلك الحين لإختيار الكمية الأنسب، حيث تم التوصل إلى أن نسبة ٥٠٪ من الكبريت للخلطة الأسفلتية تعطي أفضل النتائج من



● كبريت منصهر أستخرج بطريقة كلاوس.

حيث يلزم لإنتاج طن واحد من هذا السماد إستخدام حوالي ٠,٧٥ طن من حامض الكبريتيك.

● الأسمدة البوتاسية :- وتعد كبريتات البوتاسيوم ( K2SO4 ) من أهم الأسمدة التي تنتج من حامض الكبريتيك، لأن مصادر هذا النوع من السماد لا تلبي الطلب المتزايد عليه، لذلك تعالج كميات كبيرة من كلوريد البوتاسيوم بحامض الكبريتيك لتحويلها إلى السماد المذكور، ويلزم لإنتاج طن واحد من هذا السماد إستخدام حوالي ٢٧ طن من حامض الكبريتيك.

● اليوريا المغلفة بالكبريت ( Sulphur Coated Urea - SCU ) يتميز سماد اليوريا ( (NH2)2CO ) بتعرضه إلى عملية فقدان كبيرة منذ اللحظات الأولى لإضافته للتربة خاصة في الأراضي القلوية وعند درجات الحرارة العالية، ولهذا يمكن تفادي ذلك بتغليف سماد اليوريا بعنصر الكبريت الذي يعمل على إبطاء عملية التحلل فضلاً عن أنه عنصر غذائي للنبات، ويساعد على ذوبان عناصر غذائية أخرى - أهمها العناصر الدقيقة - في التربة.

#### ● المبيدات الحشرية

يستخدم مسحوق الكبريت لمكافحة الآفات التي تصيب النباتات مثل عنكبوت الغبار في النخيل، ومعالجة مرض التفحم في القمح إضافة إلى آفات أخرى عديدة.

#### ● المركبات الكيميائية

يدخل الكبريت في تصنيع العديد من المركبات الكيميائية الهامة حيث لا يسع المجال لذكرها جميعاً، ومن أمثلة ذلك ما يلي :-

● أكاسيد الكبريت : ومن أهمها ما يلي :- ثنائي أكسيد الكبريت ( SO2 ) :- ويستخدم في كثير من الصناعات المحتوية على الكبريت مثل أملاح ثنائي الثيونيت ( Dithionites )، والثيوسلفيت ( Thiosulphates )، والكبريتيدات ( Sulphites )، وكبريتيد الهيدروجين ( Hydrogen Sulphite )، والكانات السلفونات ( Alkane Sulphonates )، وهيدروكسي الكيل حامض السلفونيك ( HydroxyAlkane Sulphonic Acid ) وكذلك في صناعة السيليولوز، وللتخلص من مركبات الكبريت في الزيوت المعدنية، وكمادة حافظة في صناعة الأغذية، وفي تنقية مياه الشرب.



# الجبس

سمكية واسعة الامتداد على شكل أجسام عدسية - بلورات أحادية طويلة ذات شكل منشوري - أو أجسام مسطحة أو كتل ليفية تتطابق مع الحجر الجيري أو الطفل أو الحجر الرملي أو الطين على امتداد العمود الجيولوجي ، خصوصاً في البيئات الجيولوجية المنخفضة .

## ● عوامل ترسيب الجبس الطبيعي

تتطلب عملية ترسيب الجبس ضمن تكوينات الصخور الملحية عدة عوامل هي :-

- \* وجود ذراع محدود من بحر ، أو بحيرة ، أو حوض مائي .
- \* تبخر مياه ضحلة في بيئة جافة .
- \* إعادة حقن الحوض بالماء .

- \* إنخساف أو غوص متدرج لقاع الحوض .
- \* ترسب الأنهيدريت ( $CaSO_4$ ) أولاً من المحاليل المشبعة من جراء عملية التبخر .

ونتيجة لعمليات التجوية والتميو يتكون الجبس الذي يتواجد دائماً فوق الأنهيدريت في التتابع الصخري ويدل على ذلك وجود بقايا متأكلة من بلورات الأنهيدريت ، كما أن التشققات الموجودة في الأنهيدريت تكون معبأة بالجبس .

## ● أنواع الجبس الطبيعي : يتشكل الجبس الطبيعي على هيئة ثلاثة أنواع هي كبريتات

الكالسيوم مائية ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) ، وكبريتات الكالسيوم نصف مائية ( $CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$ ) ، وكبريتات الكالسيوم لامتائية ( $CaSO_4$ ) . ويوضح الجدول (١) أنواع الجبس الطبيعي مع أشكال تشكلها ، وشكل بلوراتها ، وظروف تشكلها ، وأهم خواصها الفيزيائية .

## ● وجوده في الطبيعة

يوجد خام الجبس في الطبيعة في عدة أشكال أهمها :

- \* **جبسيت (Gypsite)** : وهو راسب أرضي دقيق الحبيبات غير نقي ومصحوب بالطين والرمل أو بالطبقات الحمراء .
- \* **سيلينايت (Selenite)** : ويعد أجود أنواع الجبس وهو عبارة عن بلورات أحادية شفافة كاملة ومتشقة .

\* **المرمر (Alabaster)** : وهو عبارة عن كتل دقيقة الحبيبات يتهاافت عليها النحاتون لسهولة قطعها وتشكيلها .

\* **جبس صخري (Rocky Gypsum)** :

يعد الجبس من الخامات الأرضية الشائعة ، وهو من أكثر معادن الكبريتات إنتشاراً في الطبيعة ك معدن أو كصخر رسوبي ، ويتواجد عادة مع الحجر الجيري والدولوميت والطين ، كما أنه يتداخل مع معدن الأنهيدريت - كبريتات الكالسيوم اللامتائية - ويكون لونه عادة أبيض أو رمادي ، وفي بعض الأحيان مائلاً إلى الإحمرار ، ويوجد الجبس في الطبيعة إما على سطح الأرض أو على أعماق متفاوتة قد تصل إلى أكثر من ٢٠٠ متر .

وبدون ضبط لدرجات الحرارة ، مما كان ينتج عنه جبس قليل الجودة الأمر الذي قلل من إنتشار إستخدامه ، ومع التقدم العلمي والتقني أكتشفت في أواخر القرن التاسع عشر طرقاً جديدة لتصنيع الجبس ، حيث بدأ الجبس عهداً تجارياً جديداً وانتشر بسرعة في جميع أنحاء العالم ، وأصبحت صناعته من الصناعات الرئيسة في العالم . يعرف خام الجبس كيميائياً بكبريتات الكالسيوم المائية ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) ويحتوي عادة على شوائب من أهمها السيليكا أو الرمل ( $SiO_2$ ) ، وكربونات الكالسيوم ( $CaCO_3$ ) ، ولا يعد خام الجبس صالحاً للاستثمار تجارياً إلا إذا كانت نسبة ما يحتويه من الجبس تزيد عن ٨٤٪ .

يصنف الجبس حسب طريقة تكوينه إلى نوعين هما :

## جبس طبيعي

يوجد الجبس الطبيعي في تكوينات مع الصخر الملحي (Halite) على هيئة رواسب

يعود استخدام الجبس في البناء إلى العصور القديمة في مصر وروما ، أي إلى أكثر من ٦٠٠٠ سنة قبل الميلاد ، وتعد الأهرامات أكبر شاهد على ذلك . وللدلالة على الأهمية التي كان يتمتع بها الجبس في عهد الرومان فقد صدرت تشريعات خاصة تحتم على أصحاب المباني تلييس الجدران بمادة الجبس المقاومة للحريق ، وذلك تلافياً لإنتشار الحرائق ، وهذا يدل على أن الأقدمين عرفوا الخواص التي يتمتع بها الجبس وخاصة مقاومة الحريق ، كما يعرفها ويدركها المختصون والمهتمون بمواد البناء في عصرنا الحاضر .

ومن المعلوم أن مدينة باريس تقوم على مساحات شاسعة من خامات الجبس ذات اللون الأبيض ، وقد عرف الفرنسيون منذ القدم طريقة إستخراج هذه الخامات وتصنيعها وإستعمالها في تلييس الجدران وأطلق عليها اسم جبس باريس (Plaster of Paris) ، ولا يزال يعرف الجبس عالمياً بهذا الاسم .

كانت طرق تصنيع الجبس قديماً بدائية ، حيث تحرق الخامات في أفران مفتوحة



نوع الجبس	الصيغة الجزئية	أشكال تواجدها	شكل البلورات	حدود الثباتية (م)	ظروف التشكل (م)		أهم الخواص الفيزيائية
					المختبر	الصناعة	
كبريتات كالسيوم مائية	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	-	أحادية الميل	> ٤٠ تحت الظروف العادية	> ٤٠	> ٤٠	قساوة عالية ، وبلورات إبرية الشكل .
كبريتات كالسيوم نصف مائية (باسانيت)	$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$	$\alpha$ -	منشورية سداسية	شبه مستقرة	< ٤٥	٨٠ - ١٨٠	قساوة عالية جداً ، وسرعة تقسية بطيئة وسريعة .
		$\beta$ -	منشورية سداسية	شبه مستقرة	٢٠٠ - ٤٥	١٨٠ - ١٢٠	قساوة متوسطة ، وسرعة تقسية متوسطة .
كبريتات كالسيوم لا مائية (أنهيدريت)	$\text{CaSO}_4$	$\alpha$ -III B-III	سداسية	شبه مستقرة	١٠٠ - ٥٠	٢٩٠	يتفاعل مع الماء بسرعة كبيرة متحولاً إلى جبس نصف مائي ، ومنخفض القساوة .
		All (ضعيف الذوبان) All (غير ذواب)	منشورية	١١٨٠ - ٤٠	-	> ٥٠٠	قساوة عالية ، وبطيء التفاعل مع الماء .
		-	مكعبة	< ١١٨٠	< ١١٨٠	-	يوجد فقط عند درجات حرارة أعلى من ١١٨٠ م

جدول (١) أنواع الجبس الطبيعي .

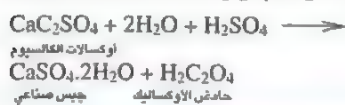
✱ **الطحن:** يرسل الجبس بعد تحميضه إلى المطاحن لطحنه ، ويمكن معايرة هذه المطاحن للحصول على النعومة المطلوبة .

✱ **التعبئة:** يرسل الجبس المطحون إلى مستودعات خاصة تمهيداً لتعبئته في الأكياس . ويتم قبل تعبئته في الأكياس أخذ عينات منه لإجراء عدد من الإختبارات لمعرفة مدة التصلب ، والنقاوة ، وقوة السحق والانحناء ، ونوع الشوائب ونسبة كل منها ليتم تصنيفه على ضوء تلك النتائج .

### الجبس الصناعي

يمكن الحصول على الجبس الصناعي بكميات متفاوتة بعدة طرق صناعية منها :

✱ **صناعة وتنقية الأحماض العضوية :** حيث تتشكل كميات قليلة من كبريتات الكالسيوم اللامائية كمنتج ثانوي لعملية تنقية الأحماض مثل حامض الستريك ، والأكساليك ، والطرطريك . ومثال ذلك تحضير الجبس الصناعي من تفاعل الأملاح لحامض الأوكساليك مع الماء وحامض الكبريتيك وفقاً للمعادلة التالية :



### ● صناعة الجبس

تمر صناعة الجبس الطبيعي بعدة مراحل هي :

✱ **التكسير:** ويتم بتكسير الخامات المستخرجة - بواسطة كسارات - إلى قطع صغيرة على مرحلتين إحداها تكسير أولي لإنقاص حجمه إلى قطع صغيرة بحجم كف اليد ، والآخرى تكسير ثانوي ليصل إلى حجم العدسات . ثم يخزن في مستودعات تمهيداً لإرساله إلى المحمص .

✱ **الإستخلاص:** ويتم ذلك بغسل الجبس ثم غرقله ، وفصل الشوائب ، وأخيراً التجفيف .

✱ **التحميص:** يتم إرسال الجبس المكسر بعد عملية الإستخلاص من مستودعات التخزين إلى أفران خاصة عند درجة حرارة ٣٠٠ م لتحميصه ، ويبقى بداخلها مدة كافية لطرد ثلاثة أرباع الماء الذي يحتوي عليه الجبس الخام فتصبح صيفته الكيميائية  $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$  ، وينتج عن ذلك نوعين من الجبس ، هما: جبس ألفا نصف مائي ( $\alpha$ -Hemihydrated Gypsum) ، وجبس بيتا نصف مائي ( $\beta$ -Hemidihydrated gypsum) ، ويتشابه النوعان في التبلور ، لكن الأول أقل قابلية للتفاعل والذوبان ، وبالتالي يتطلب كمية كبيرة من الماء وفترة أطول للتصلب ، وهو الأكثر إنتاجاً واستخداماً .

وهو نوع متماسك قشري أو محبب وعادة ما يكون غير نقي .

✱ **ألياف متوازنية (Satinspar) :** وهي عبارة عن جبس كثيف التشقق ، يوجد على هيئة الألياف متنوعة تتميز بللمعة حريرية .

### ● الإستخراج

يستخرج خام الجبس الطبيعي من أماكن تواجده في الأرض ألياً أو بإستعمال المتفجرات بعدة طرق منها:

✱ **التعدين السطحي :** ويستخدم فيها طريقة الحفرة المفتوحة (Open Pit) ، وذلك بعد إزالة الغطاء السطحي (Overburden) . ولتجنب تدمير الطبقات يراعى : ثبات المنحدر ، وصغر المسافة الرأسية في الحفرة المفتوحة ، وعمل ضوابط أثناء التقلع ، وتحليل عينات من الجبس عند كل مستوى .

✱ **التعدين تحت السطحي:** وتعد طريقة الغرف والدعائم (Rooms and Pillars) هي الأكثر شيوعاً في التعدين تحت السطحي ، ويتطلب التعدين السطحي توفر متطلبات أساسية مثل وفرة الإحتياطي من الخام ، وأن يكون ذا جودة عالية ، وقريباً من الأسواق المستهلكة ، وتوفر وحدة معالجة الكلس ، والقدرة على منافسة المنتجات البديلة ، ورخص وسائل النقل .



● إحدى مراحل تصنيع الجبس

### ● الزراعة

يتكون الجبس المستخدم في الزراعة من كبريتات الكالسيوم المائية بنسبة لا تقل عن ٧٠٪، وكربونات الكالسيوم بنسبة تتراوح ما بين ١٠-١٥٪، وأكاسيد حديد وأكاسيد المنيوم بنسبة ١,٢٪، وكلوريد صوديوم في حدود ٥٪. يستخدم الجبس الزراعي في تحسين خواص التربة حيث يعوض نقص التربة من الكالسيوم والكبريت، ومعالجة الأملاح الضارة والقلويات الموجودة في التربة، ويتميز بأنه غير مكلف، وسهل الإستعمال، فضلاً عن انخفاض آثاره السلبية على البيئة عند إستعماله مقارنة بالمضافات الكيميائية الأخرى المستعملة في تحسين التربة.

### ● الصناعة

يدخل الجبس في العديد من الصناعات منها:

- الأسمنت البورتلاندي حيث يضاف بنسبة ٣-٦٪ بهدف تأخير سرعة تصلبه.
- صناعة الزجاج لتسهيل عملية طرد الغازات.
- صناعة البويات والصمغ، كما يستخدم في صناعة حشو الورق، وفي تركيب الطين المستخدم في عمليات حفر آبار النفط.
- صناعة الجير وحامض الكبريت، وذلك عند تسخينه في أفران محدودة التهوية عند درجة حرارة ١٠٩٣ درجة مئوية.

### الجبس في المملكة

توجد خامات الجبس في عدد من المواقع في المملكة، شكل (١)، ويمكن تمييزها إلى متكونين أساسيين، هما:

وذلك حسب نوع الجبس المستعمل، ونسبة الماء فيه، كما يمكن تحسين هذه الخصائص، وخاصة زيادة قساوة سطحه، وزيادة قوة الإنحناء بخلط الجبس بمواد أخرى مثل الصوف الزجاجي.

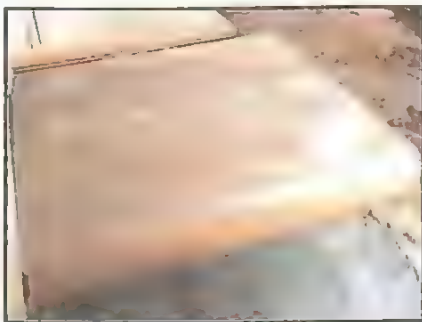
- إعطاء درجة نقاوة جيدة ومختلفة للأسطح.
- لون أبيض جميل يمكن طلاؤه بأي لون من الدهان.
- طول البقاء لمدة طويلة خاصة إذا استعمل بشكل فني.
- سهولة إستعماله وتشكيله في دقائق بسبب سرعة تصلبه.
- زهادة الثمن حيث يعد أرخص مواد البناء الرئيسية.

### إستخدامات الجبس

يدخل الجبس في العديد من الصناعات التي لها مساس بحياة الإنسان اليومية، وفي مجالات مختلفة من أهمها ما يلي:

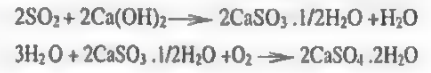
### ● البناء

يشكل الجبس المكسّن (جص باريس) حوالي ٩٥٪ من إستخدامات الجبس، وتتراوح نقاوته ما بين ٨٥-٩٥٪، ويعتمد أساساً على تسخين الجبس إلى ١٢٠م، فيفقد الماء ذا الرابطة الضعيفة الداخلة في تركيبه فيتحول إلى جبس نصف مائي  $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$  يعرف تجارياً باسم ستوكو (Stucco)، وتتمثل أكثر استخداماته في البناء مثل لاصقات الجدران، والألواح اللاصقة، والأسقف المعلقة، وبطانة الجدران، والقواطع، وعوازل حرارية.

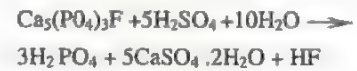


● إحدى منتجات الجبس

● غازات الناتجة عن عمليات نزع الكبريت: ويتم ذلك بامتصاص غاز ثاني أكسيد الكبريت ( $\text{SO}_2$ ) - المرافق لغاز المداخن - في الماء، وترسيبه بوساطة هيدروكسيد الكالسيوم، ثم أكسدة الناتج للحصول على الجبس الصناعي، وفقاً للتفاعلين التاليين:



● صناعة حامض الفوسفور: ونحصل منها على كميات كبيرة من الجبس الصناعي وذلك عند تفاعل الفوسفات الطبيعية مع حامض الكبريت، وفقاً للتفاعل التالي:



يصعب استخدام الجبس الصناعي الناتج من صناعة حامض الفوسفور - مقارنة بالطريقتين السابقتين - نظراً لاحتوائه على بعض الشوائب التي تشتمل على مواد عضوية، وقلويات ذوابة، وأملاح مغنيسيوم، وأملاح قليلة الذوبان مثل سداسي فلورسيليكات الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ) وفوسفات وفلوريدات.

ويمكن إزالة الشوائب - المذكورة أعلاه - على عدة خطوات هي:

- غسل المنتج لإزالة الشوائب القابلة للذوبان مع إزالة الشوائب العضوية بعملية الطفو.
- تجفيف المنتج بنزع الماء جزئياً.
- تبلور المزيج الناتج المكون من كبريتات كالسيوم ثنائية الماء وكبريتات كالسيوم نصف المائية، وذلك لإزالة الشكل الإبري الموجود في الجبس الذي قد يسبب صعوبات أثناء عمليات تصنيع أخرى.
- تحبيب وكلسنة المنتج في فرن دوّار، وطحنه إلى جسيمات بالجسم المرغوب فيه.

### مميزات الجبس

تتمتع مادة الجبس بخصائص ومميزات تجعلها دائماً في طليعة المواد الأساسية المستعملة في صناعة البناء، ومن أهم تلك المميزات ما يلي:

- مقاومة الحريق
- إمتصاص وعزل الصوت.
- عزل الحرارة.
- خصائص ميكانيكية جيدة إذ تتراوح قوة الإنحناء ما بين ٤٠-٦٠ كجم/سم<sup>٢</sup>.



## ● البحر الأحمر

تظهر رواسب الجبس على امتداد ساحل البحر الأحمر من خليج العقبة شمالاً إلى جيزان جنوباً، وتتركز بصورة إقتصادية بين خليج العقبة ومدينة ينبع البحر وذلك في المناطق التالية :-

● **منطقة مقنا:** وتقع في شمال غرب المملكة، ويوجد الجبس فيها في أربعة نطق، بسماكة تتراوح بين ٨-١٧ متر، ودرجة نقاوة تتراوح بين ٨٢,٦٣-٩٠٪، ويبلغ الإحتياطي للنطق الأربعة حوالي ٢٣,٦ مليون طن.

● **شرم محار - شرم حاسي:** وتقع على ساحل البحر الأحمر، وتوجد بها كمية كبيرة من الجبس قرب السطح تغطي حوض رسوبي مساحته ٨ كيلو متر مربع، حيث يوجد قطاع طوله ٢-٣ أمتار من الجبس والأنهيدريت وقليلاً من الغرين الأحمر أو الطين الأخضر.

● **جبل بوانة:** ويقع شمال شرم محار، حيث توجد هالة من المتبخرات تغطي مساحة ٦ كم مربع، ويبلغ احتياطياتها حوالي ٢٢٤ مليون طن للطبقات العليا والسفلى.

● **مرسى مقبرة:** حيث يوجد الجبس والأنهيدريت باحتياطي يقدر بحوالي ٦٦

مليون طن.

● **شرم الخور:** وهي أرض منبسطة بمساحة ٢٠ كم ٢، تضم منكشفات صخرية من الجبس يفصلها عن بعضها البعض نطق سميكة من الرمل ورواسب السبخة.

يبلغ الإحتياطي المؤكد لجبس شرم الخور حوالي ٣٠ مليون طن، وهو متاح لاستغلاله كمصدر للجبس الأبيض الذي يستخدم بصفة أساس في صناعتي الأسمنت والأسمدة.

## ● الرصيف العربي

يتمثل وجود خامات الجبس في منطقة الدرع العربي بالمواقع التالية:

● **منطقة الرياض:** حيث توجد كميات وفيرة من الجبس في منطقة الخرج - ٨٠ كم جنوب الرياض - وخاصة في السهول الجنوبية الواقعة جنوب وجنوب شرق أشقر مراغة (شمال غرب الخرج)، وفي العيون (جنوب غرب الخرج). ويستخدم هذا الموقع في الوقت الحاضر بوساطة شركة الجبس الوطنية.

● **منطقة بريدة:** ويوجد فيها الجبس في عدة أماكن هي:

- **شمال بريدة:** حيث تغطي رواسب

الجبس مساحة

قدرها واحد كم ٢،

وتتكون بصفة

أساس من جبس

(٩٠٪) عالي

النقاوة، إضافة

إلى أنهيدريت

(٤-٦٪)، وبعض

الشوائب (٤-٦٪)

مثل السيليكا

الحررة والطين

والكربونات.

تتميز رواسب

الجبس في شمال

بريدة بسهولة

استغلالها،

وإمكانية

استخدامها في

صناعة ألواح

الأبواب اللاصقة.

- **جنوب الطريفية (وادي نقيب):** حيث يغطي الجبس مساحة واسعة الانتشار على هيئة حزام بعرض ٥٠٠ م، وهو سهل الاستغلال.

● **شمال وادي رماح:** وفيها يظهر الجبس على السطح على هيئة منكشف سميكة يمثل قمة متكون الجلة. كما أنه يوجد أيضاً تحت السطح حيث قدر سمك طبقاته في أحد آبار المنطقة - بجوار عين ابن فهد - بأكثر من ١٥ متراً بنقاوة تتراوح بين ٨٩٪، إلى ٩٦٪ وهو سهل الاستغلال بعد التخلص من طبقات الكربونات والطين التي تتداخل معه.

● **المنطقة الشمالية:** ويوجد بها كميات من الجبس الحديث - متصاحبة مع السبخات - عند بلدة جبة وشمال شرق بئر حيزان، وهو غير ملائم للاستخدامات الصناعية.

● **المنطقة الشرقية:** ويوجد بها بعض رواسب من الجبس مصاحبة للمكونات الرسوبية - خاصة الطينية منها - إلا أنها غير صالحة للاستغلال.

● **منطقة خشم أم حويد:** وتقع على خليج سلوى، تغطي بطبقات من الجبس الكتلي بسماكة تتراوح بين ٢٠ إلى ٥٠ متراً وبنقاوة ٨٥٪، كما يوجد الأنهيدريت بنسبة تقل عن ٥٪.

يبلغ الإحتياطي المؤكد من الجبس في منطقة خشم أم حويد حوالي ٩,٦ مليون طن.

## صناعة الجبس في المملكة

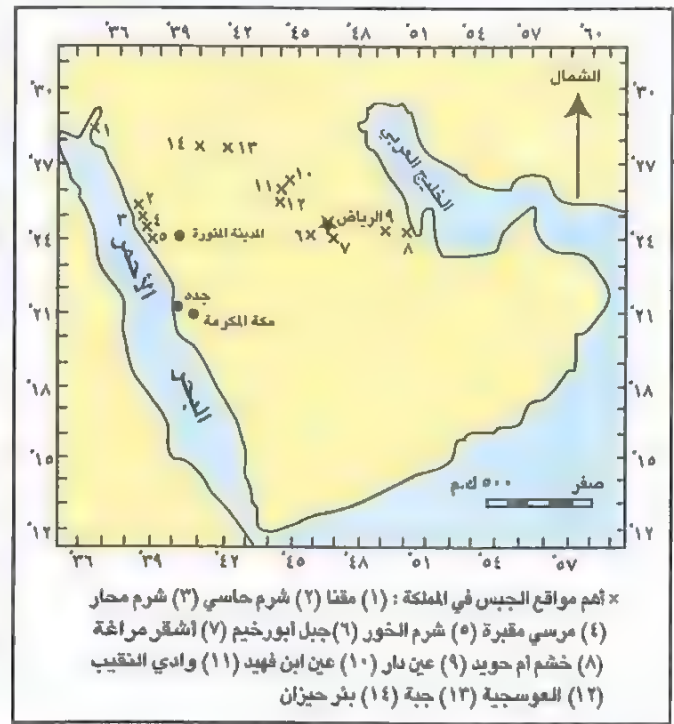
على الرغم من توفر كميات كبيرة من خامات الجبس في أنحاء مختلفة من المملكة، إلا أنه لم يستغل إلا جزء قليل منها بوساطة شركة الجبس الأهلية التي تأسست عام ١٣٧٨ هـ - مقرها الرئيسي في الرياض - ولها فروع في كل من جدة وينبع والدمام والمدينة المنورة، وقد بلغ إجمالي الإنتاج السنوي من المنتجات المختلفة كالتالي:

- ٢٣٠ ألف طن سنوياً من الجبس.

- ٦ ملايين متر مربع من الألواح الجبسية (البلاستر بورد).

- ١٥٠ ألف متر مربع من البلاطات الزخرفية مقاس ٦٠×٦٠ سم.

- ٤٨ ألف طن من جبس الرش والجبس اللاصق.



● شكل (١) مواقع خامات الجبس بالمملكة.

يتم تجميع الصخور الغنية بالخام قرب المطاحن لطحنها .

### ● المنجم العميق

يمكن أن تتواجد خامات اليورانيوم على أعماق كبيرة من سطح الأرض - تزيد على ٢٠٠٠ متر - وفي هذه الحالة تحفر أنفاق للعمق اللازم للوصول إلى الطبقات الغنية بالخام وتنقل الخامات إلى سطح الأرض لتخزينها في منطقة الطحن . وفي هذه الحالة ينبغي الإبقاء على أجزاء من الطبقات لتعمل كدعائم تمنع الانهيارات . وفضلاً عن ذلك قد تنجم عن الأنفاق العميقة مخاطر التعرض لتركيزات عالية من غاز الرادون الأمر الذي يتطلب ضرورة وجود تهوية ملائمة لتخفيض تركيز هذا الغاز الذي يمثل مخاطر على الإنسان .

### ● الإذابة والترسيب

يتم في هذه الطريقة حفر عدد من الثقوب الإسطوانية في الطبقة الأرضية المحتوية على الخام تبعد حوالي ١٥ - ٢٠ متراً بعضها عن بعض ، ويحقن محلول لإذابة أملاح اليورانيوم في هذه الطبقة خلال بعض هذه الثقوب . ويتحرك المحلول الذائب من أملاح اليورانيوم إلى الثقوب الأخرى حيث يسحب منها بواسطة مضخات . وتتميز هذه الطريقة - لا زالت تحت الاختبار - بالآتي :

✱ التخلص من نفقات حفر المناجم أو رفع الطبقة السطحية ، ونفقات نقل وتخزين كميات هائلة من الصخور أو التربة المحتوية على الخام ، والتخلص من عمليات



اليورانيوم مثل البسموت - ٢١٤ و الرصاص - ٢١٤ ، وإما بوساطة تحديد المناطق التي يزيد فيها تركيز غاز الرادون سواء كانت مياه جوفية أو أراضي سطحية . كذلك يمكن استكشاف خامات اليورانيوم بوساطة حفر عدد من الثقوب الإسطوانية الرأسية لدراسة تركيزات الخام في الأعماق المختلفة وقياس نسبة تركيز غاز الهيليوم - ٤ ( $^4\text{He}$ ) إلى الأرجون - ٣٦ ( $^{36}\text{Ar}$ ) الموجود في الطبيعة كغاز مستقر حيث أنه كلما زادت تلك النسبة دل ذلك على تركيز خام اليورانيوم أو الثوريوم في الطبقة .

يستخرج اليورانيوم من القشرة الأرضية بالطرق التالية :

### ● الحفرة المكشوفة

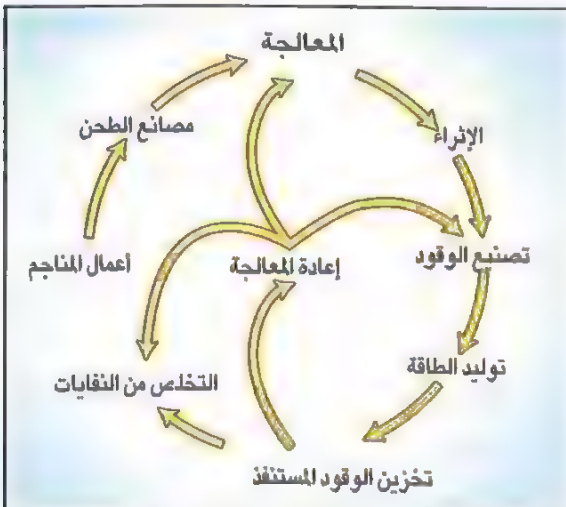
تستخدم هذه الطريقة في حالة وجود الطبقة المحتوية على خام اليورانيوم على السطح مباشرة أو تحتها على أعماق غير سميكة . وتتخلص في عمل عدد من الحفر الإسطوانية بفاصل حوالي ٢٠ متر لتحديد تركيز الخام وعمق طبقتها وامتداداتها ثم إزالة الطبقة الفقيرة بالخام بواسطة جرافات للوصول للطبقة عالية التركيز ، بعدها

وتتضمن صناعات الطاقة النووية عدداً هائلاً من الأنشطة الخاصة بالوقود الإنشطاري تعرف بدورة الوقود النووي وتبدأ هذه الدورة بالأعمال الجيولوجية الخاصة باستكشاف الخامات النووية كاليورانيوم والثوريوم ، ومن ثم فصلها وتنقيتها من الشوائب . يلي ذلك إثراء الوقود وتصنيعه ثم استخدامه في المفاعلات ، وانتهاءً بإعادة المعالجة للوقود المستهلك والتخلص من النفايات عالية الإشعاع المتلدة من هذه الصناعات ، شكل (١) .

سيتناول هذا المقال مراحل دورة الوقود النووي بدءاً من استكشاف الخامات النووية - اليورانيوم - حتى مرحلة إنتاج الكعكة الصفراء ، وذلك كما يلي :

اليورانيوم في القشرة الأرضية

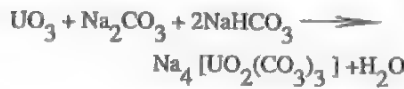
يوجد اليورانيوم في القشرة الأرضية في صورة أملاح ومعادن مختلفة تتخذ صوراً كيميائية مختلفة تتميز بألوان مميزة مثل الأسود والبني والبرتقالي للأكاسيد والأصفر للمعادن الفوسفاتية والأخضر لمركبات النحاس والرصاص واليورانيوم والأكسجين ، ويتم استكشاف اليورانيوم في الصخور الحاوية له بعد إجراء سلسلة من الدراسات والبحوث الجيولوجية التي تحدد التركيزات الاقتصادية لليورانيوم - ٠,٣ ٪ أو أكثر - باستخدام وسائل متنوعة منها المسح الجوي والمسح السطحي حيث تحدد التركيزات الاقتصادية إما بوساطة مجسات وميضية تحدد كثافة أشعاعات جاما المنبعثة من الأرض والناجمة عن تفكك نظائر سلسلة



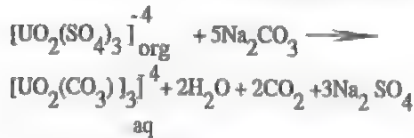
● شكل (١) دورة الوقود النووي.



أولاً بإضافة حمض النيتريك أو أملاح الحديد إلى المسحوق قبل إضافة حامض الكبريتيك . وبالنسبة للأملاح القلوية لليورانيوم كالكربونات مثلاً فإنه يفضل معالجتها ببعض المحاليل الأخرى مثل كربونات الامونيوم أو كربونات الصوديوم الهيدروجينية تحت ظروف الضغط الجوي العادي وعند درجة حرارة تتراوح بين ٧٥ إلى ٨٠م وذلك للحصول على مركب ثلاثي كربونات اليورانيل الصوديومي وفقاً للمعادلة :

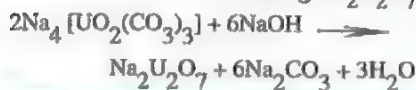


ويتم بعد ذلك فصل الملح اليورانيومي المتكون من المحلول باستخدام راتنجيات مناسبة تؤدي إلى الحصول على اليورانيوم في صورة مركبات كبريتية أو كربونية ، إلا أن هذه الطريقة المعروفة بطريقة الاستخلاص بالتبادل الأيوني يقل استخدامها بالمقارنة بطريقة الفصل بالمذيبات العضوية ، التي تتكون بدورها من خطوتين تتمثل الخطوة الأولى في استخلاص اليورانيوم بمساعدة وسيط استخلاص وذلك في مذيب عضوي معين . وتتمثل الخطوة الثانية في نزع اليورانيوم الموجود في طور مائي وذلك في صورة مركب اليورانيل



#### ● إنتاج الكعكة الصفراء

تنتج الكعكة الصفراء - حوالي ٦٥٪ يورانيوم طبيعي - بطرق مختلفة وفقاً لنوع المركب المترسب بعد عملية الإذابة والترسيب أو الاستخلاص بالإذابة أو بالتبادل الأيوني . فعند الحصول على ثلاثي كربونات اليورانيل الصوديومي  $Na_4 [UO_2(CO_3)_3]$  يتم معالجته بإضافة محلول قلوي مثل هيدروكسيد الصوديوم حيث ينتج ثنائي يورانات الصوديوم  $Na_2U_2O_7$  وفقاً للمعادلة :



معينة للتخلص من المواد العضوية الموجودة في الحبيبات ، وبعد عمليات الحرق تطحن الحبيبات من جديد للحصول على مسحوق شديد النعومة تمهيداً لاستخلاص معادن اليورانيوم منه .

يخضع المسحوق بعد ذلك لعملية يطلق عليها عملية الإذابة والترسيب (Leaching) ، وقد تكفي هذه العملية في بعض الحالات (الخامات) للحصول على الكعكة الصفراء . إلا أنه في معظم الأحيان يلزم إجراء أي من العمليات الكيميائية الأخرى للحصول على الكعكة الصفراء ، مثل : الاستخلاص بالتبادل الأيوني والاستخلاص بالمذيبات العضوية .

#### ● الاستخلاص

تتلخص عملية الاستخلاص بالإذابة والترسيب شكل (٢) في إضافة حامض قوي مثل حامض الكبريتيك أو مادة قلوية شديدة لإذابة أملاح اليورانيوم الموجودة في المسحوق (الطحين) الناتج عن طحن الحبيبات بعد الحرق وذلك تبعاً لنوع هذه الأملاح . فإذا كانت الأملاح في صورة ثالث أكسيد اليورانيوم ( $UO_3$ ) فإنها تعالج بإضافة حمض الكبريتيك فتتكون كبريتات اليورانيل (Uranyl Sulphate) تحت ظروف الضغط الجوي العادي وفقاً للمعادلة :



أما إذا كان اليورانيوم في صورة البتشلند - أكاسيد يورانيوم مختلفة مختلطة مع بعضها - فإنه يجب أكسدته

جرش وطحن الخام وخفض التلوث البيئي لشديد الذي تحدثه هذه العمليات .

● إمكانية الحصول على اليورانيوم من خامات منخفضة الدرجة (التركيز) .

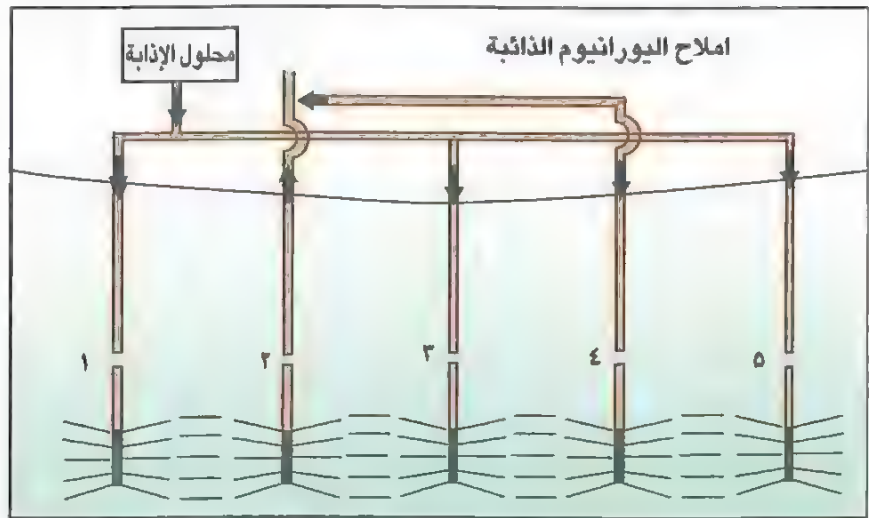
● خفض المخاطر التي يتعرض لها عمال المناجم وأهمها المخاطر الإشعاعية ومخاطر الإنهيار .

● من جانب آخر تتلخص سلبيات هذه لطريقة فيما يلي :

● إمكانية حدوث تلوث كيميائي أو إشعاعي للمياه الجوفية بسبب الحقن والإذابة .

● الحصول على نسبة محدودة من معادن اليورانيوم الموجودة في الطبقة (بما لا يزيد على ٥٠٪) وبقاء الباقي دون استخراج في التربة .

بعد تجميع الصخور المحتوية على اليورانيوم تجري عليها عدة عمليات في مرافق يطلق عليها مطاحن اليورانيوم حيث تنتهي هذه العمليات بالحصول على المادة المعروفة باسم الكعكة الصفراء (Yellow Cake) ، وفي هذه المطاحن تغذي كسارات ومجارش ضخمة بالصخور المخزنة التي جمعت من المناجم حيث تخضع لعمليات جرش وطحن للحصول على حبيبات ناعمة نسبياً من الخامات . وبعد الطحن تحرق هذه الحبيبات في أفران عند درجات حرارة



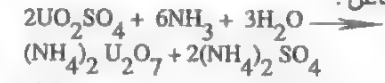
● شكل (٢) استخراج اليورانيوم بالإذابة.

الفوسفات كما يوجد بتركيزات أقل في الفحم الحجري . وتقوم بعض الدول في الوقت الحالي باستخراج اليورانيوم من الفوسفات بسعر منافس .

لا يدع مجالا لتسرب هذه المواد الخطرة للبيئة تحت أية ظروف .

من المعلوم أن مياه البحار والمحيطات تتضمن تركيزا ضعيفا من اليورانيوم يصل إلى ٠,٠٠٣ جزء في المليون وأن الطمي المترسب في قيعان البحار والمحيطات يحتوي على اليورانيوم بتركيز يصل إلى حوالي جزء في المليون . وبذلك يقدر اليورانيوم الطبيعي الموجود في المحيطات بحوالي ٤٠٠٠ مليون طن . وقد بدأت عمليات استخراج اليورانيوم من ماء البحر منذ أكثر من عقدين . ولهذا الغرض يستخدم أكسيد التيتانيوم الهيدروجيني ( HTO ) لإستخلاص اليورانيوم من ماء البحر ، ثم يضاف بعد ذلك محلول من كربونات الامونيوم المائية (  $\text{NH}_4 \text{CO}_3 \text{H}_2\text{O}$  ) لفصل اليورانيوم . ومنذ السبعينيات أنشأت اليابان أول مصنع تجريبي لإنتاج اليورانيوم من ماء البحر حيث تم إنتاج كمية منه ، إلا أن تكاليف الإنتاج بهذه الطريقة كانت باهظة حيث بلغت ١٩٤٠ دولارا للكيلو غرام الواحد ، وهي قيمة كبيرة بالمقارنة بالسعر الحالي لليورانيوم . كذلك يوجد اليورانيوم بتركيزات كبيرة نسبياً في بعض المعادن وبخاصة

أما إذا كان الراسب هو كبريتات اليورانيل  $\text{UO}_2 \text{SO}_4$  فإنها تعالج بإضافة محلول حمضي لإنتاج ثنائي يورانات الامونيوم  $\text{U}_2\text{O}_7 (\text{NH}_4)_2$  وذلك وفقاً للتفاعل :



وهكذا يكون الناتج هو ثنائي يورانات الصوديوم في الحالة الأولى ، وثنائي يورانات الامونيوم في الحالة الثانية . ويعرف كلا المركبين باسم الكعكة الصفراء التي تتخذ اللون الأصفر الزاهي . ويتحول كلا المركبين بالتسخين إلى أكسيد اليورانيوم الأسود  $\text{U}_3\text{O}_8$  ، فيتحول ثنائي يورانات الصوديوم إلى هذه الأكسيد بالتسخين حتى درجة حرارة ١٢٥ - ١٧٥ م في حين يتحول ثنائي يورانات الامونيوم إلى الأكسيد  $\text{U}_3\text{O}_8$  عند تسخينها حتى ٧٥٠ م . لهذا السبب تطلق بعض المراجع على أكسيد اليورانيوم من النوع  $\text{U}_3\text{O}_8$  اسم الكعكة الصفراء ، وهي تسمية غير مناسبة حيث يتخذ هذا الأكسيد الأخير اللون الأسود في حين أن الكعكة الصفراء تتميز بلونها الأصفر الزاهي . وتجمع الكعكة الصفراء ( ثنائي يورانات الصوديوم أو الامونيوم ) في براميل من الصلب سعة الواحد ٥٥ جالونا ، وتنقل بعد ذلك لإجراء عمليات التكرير والتنقية .

يحيط بمطاحن اليورانيوم - عادة - عدد من البرك والأحواض الكبيرة والانفاق التي تستخدم للتخزين يطلق عليها اسم مؤخرة المطحنة . وتستقبل هذه المرافق جميع النفايات المشعة المتخلفة عن عمليات الطحن والمعالجات الكيميائية . ومن أهم هذه النفايات الراديوم ٢٢٦ ونواتج التفكك الإشعاعي الأخرى لليورانيوم . لذا تخضع المؤخرات عادة للمراقبة الإشعاعية الصارمة لتأمين البيئة المحيطة من التلوث . وفضلاً عن المواد المشعة تصرف السوائل المختلطة بالأحماض والقلويات المختلفة إلى هذه البرك والأحواض . لذلك تخضع هذه المرافق عند الإنشاء لمتطلبات هندسية وكيميائية محددة بحيث تقاوم جميع الظروف المناخية والزلزالية والكيميائية بما

زاد الطلب العالمي على اليورانيوم بشكل ملحوظ خلال السبعينات من هذا القرن واندفعت العديد من الدول التي تتوفر فيها خاماته بتركيزات عالية بإنتاج كميات كبيرة منه . وتراوح سعر اليورانيوم خلال السبعينيات حول ٨٠ دولارا للكيلو غرام الواحد . ومع نهاية السبعينات ومطلع الثمانينات تجاوز إنتاج اليورانيوم الطلب العالمي تجاوزاً هائلاً ، فبدأت أسعاره في الانهيار حيث وصلت إلى حوالي ٤٠ دولار للكيلو غرام الواحد خلال الثمانينات ثم استمرت الأسعار في الانخفاض إلى أن وصلت إلى أقل قليلاً من عشرين دولارا للكيلو غرام الواحد حالياً . لذا خفضت جميع الدول المنتجة لليورانيوم إنتاجها حتى أصبح المنتج منه سنوياً في الفترة الأخيرة أقل من الكمية اللازمة لتشغيل المفاعلات النووية التي تعمل في العالم . ويتم استخدام الفرق اللازم حالياً من الاحتياطات المخزونة منه ، ففي عام ١٩٨٨ م بلغ إنتاج اليورانيوم في العالم ٦٠٠٠ طن بينما لم يتجاوز الطلب في نفس العام ٥١٠٠٠ طن أي بفائض في الإنتاج بلغ حوالي ٩٠٠٠ طن ، وفي عام ١٩٩٢ م بلغ لطلب العالمي على اليورانيوم اللازم لتشغيل المفاعلات النووية ٥٦٨٠٠ طن في حين لم يتجاوز الإنتاج ٣٥٥٢٥ طناً ، أي بنقص بلغ ٢١٢٧٥ طناً . وحالياً يترقب منتجو اليورانيوم في العالم زيادة أسعاره حتى يزيديا معدلات إنتاجهم منه . وبين جدول (١) إنتاج بعض دول العالم من اليورانيوم خلال عامي ١٩٨٨ ، ١٩٩٢ م .

الدولة	الإنتاج السنوي بالطن		
	نسبة الخفض %	١٩٩٢	١٩٨٨
استراليا	٢٤	٢٣٤٦	٣٥٣٢
بلغاريا	٨٨	١٠٠	٨٥٠
كندا	٢٥	٩٢٥٠	١٢٢٩٣
تشيكوسلوفاكيا (سابقاً)	٤٣	١٥٣٩	٢٧٠٠
فرنسا	٣٧	٢١٢٧	٣٣٩٤
المانيا الشرقية (سابقاً)	٩٤	٢٣٢	٢٩٦٥
المجر	٢٨	٤١٢	٥٧٦
ناميبيا	٤٣	١٦٩٢	٢٩٦٥
جنوب افريقيا	٥٤	١٧٦٩	٣٨٠٠
دول الاتحاد السوفيتي (السابق)	٤٣	٨٥٠٠	١٥٠٠٠
الولايات المتحدة الأمريكية	٦٤	١٨٠٨	٥٠٤٠

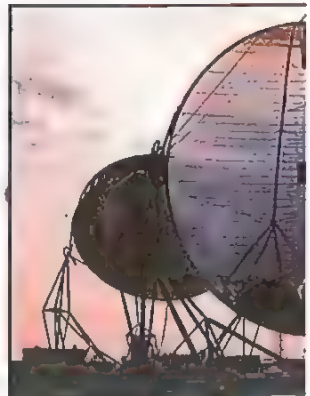
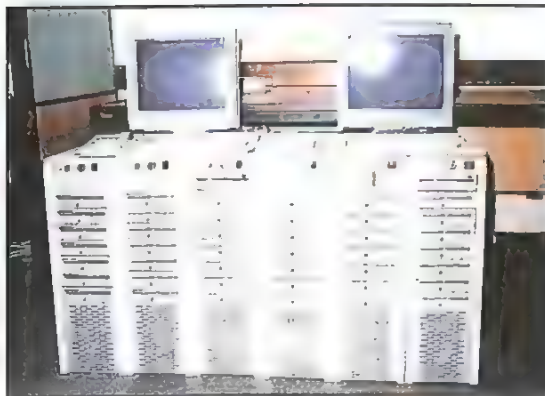
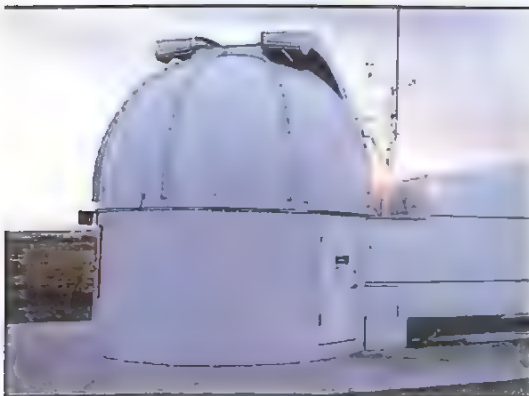
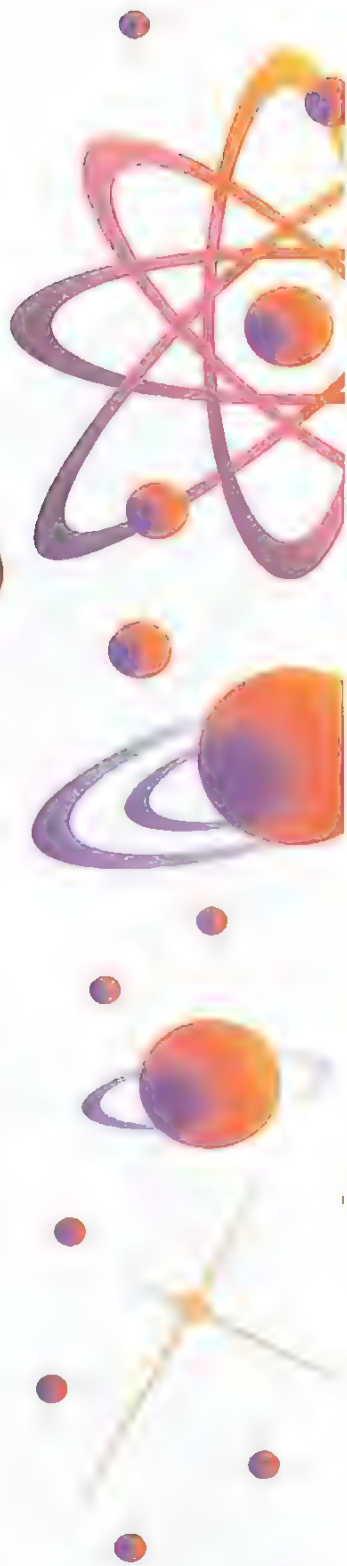
جدول (١) إنتاج بعض دول العالم من اليورانيوم خلال عامي ١٩٨٨ و ١٩٩٢ م . عامي ١٩٨٨ ، ١٩٩٢ م .



# ملف العلوم والتقنية

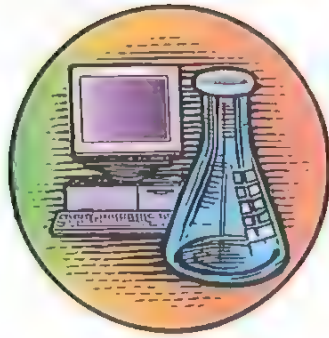
## محتويات الملف

- ١ - العلوم والتقنية ..... ٣٥
- ٢ - نقل العلوم والتقنية ..... ٣٩
- ٣ - دعم البحث العلمي ..... ٤٥
- ٤ - تنفيذ البحث العلمي ..... ٥٠
- ٥ - الخطة الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية في المملكة ..... ٥٣
- ٦ - دور العلوم والتقنية في التنمية المستدامة ..... ٥٦
- ٧ - نظرات في مسألة التقدم العلمي والتقني ..... ٥٩









# العلوم والتقنية

د. صالح العذل

نقول تقنية الإستشعار عن بعد أو التقنية الحيوية أو تقنية الطاقة فحن في صدد المجالات أي أننا نتحدث عن النطاق الذي تؤدي فيه التقنية وليس عن التقنية كمعرفة .

## تاريخ وتطور التقنية

يرجع بعض المؤرخين تاريخ تعامل الإنسان مع التقنية إلى أكثر من مليوني سنة خلت ، ويعزز إعتقادهم هذا العثور على بعض الأدوات الحجرية في أحد الأكواخ الأثريّة التي سكنها إنسان العصر الحجري في شرق تلك القارة . ويرى المنقبون أن هذه الأدوات المديبة والقاطعة ربما كانت دليلاً على ممارسات الإنسان الأولى للتقنية الخاصة بالتعامل مع الحيوانات مثل ذبحها أو سلخ جلودها .

وقد تطورت التقنية (أو التكنولوجيا)\* تاريخياً من خلال تقاطع مسيرتها مع التطور الإجتماعي البشري في التاريخ . ويمكن أن نلاحظ المراحل التطورية التالية للتقنية عبر التاريخ البشري :

١- المرحلة الزراعية : بدأت منذ فجر الحضارة البشرية قبل مليوني سنة حتى أواسط القرن الثامن عشر (١٧٥٠م) ، ويميل البعض إلى فصل هذه المرحلة إلى حقيبتين الأولى ما قبل الزراعة وتغطي تاريخ تعامل الإنسان الحجري مع التقنية التي تنحصر في صناعة أدوات الصيد والدفاع عن النفس ومعالجة الجلود ليرتديها ككساء له ، إضافة إلى تشكيل بعض الأدوات التي تعينه على تأمين طعامه ، والثانية التي إكتشف فيها الإنسان الزراعة ونجح في تقليدها بإستزراع مواقع على الأرض من النباتات التي كانت موجودة ، وفي مرحلة متأخرة أمكن للإنسان أن يزيد كثيراً من غلته الزراعية بعد أن تراكمت لديه الخبرات ،

تم تداول لفظ التقنية " التكنولوجيا " عام ١٧٧٢م ، حينما إستخدمه للمرة الأولى لعالم الألماني جون بيكمان ، عند بدايات إندلاع الثورة الصناعية الأولى في أوروبا . لي حين أطلق البريطاني ولیم هیویل لقب عالم منذ مطلع القرن التاسع عشر . وقد تلازم وتداخل مدلول مصطلحي العلوم والتقنية منذ بدايات إستخدامهما إلى أن تميزا وتبلورا مؤخراً ، ففي حين وصفت العلوم على أنها معرفة العلة . والتقنية كونها معرفة الوسيلة إلا أن تعاريف أكثر دقة أضيفت على المصطلحين عموماً وبخاصة في العقود الأخيرة على مصطلح التقنية .

الشعوب وحكوماتها ، وذلك لإعتبارها لدى الكثير مفتاح الرقي والتقدم المادي للدول المتطورة والنامية على حد سواء . فالدول المتطورة تعلق على الريادة في العلوم والتقنية إستمراراً لبقائها في زعامة الأمم وإستمرار الإزدهار والرفاه لشعوبها ، أما الدول النامية فترى في المسألة الطول التي تبحث عنها للنهوض والتقدم ، والخلاص من التخلف .

ولئن بقي مفهوم العلم دون إلتباس بإعتباره البحث عن الحقائق الهامة النبيلة في العالم الطبيعي إلا أن التقنية قد اختلطت بها مفاهيم أخرى ذات صلة مباشرة بها مثل منتجات التقنية والقدرة التقنية ، والتطور التقني . كما حدث خلط و إلتباس آخر بين التقنية ومجالات توظيفها أو إستخدامها .

ويجب أن نميز عندما نتطرق لمعالجة القضايا المتعلقة بالمعدات والآلات فإننا في الواقع بصدد الحديث عن منتجات التقنية ، وإنتقال هذه المنتجات أو المخرجات من بلد إلى آخر لا يعني نقلاً للتقنية بل لمجسدياتها . وينطبق ذلك الخلط على التقنية والطاقة التقنية . فالتقنية هي القدرة على إنتاج المعرفة وتجسد بوساطة القدرة التقنية التي من مقوماتها القوى البشرية والمهارات ، بالإضافة إلى صناعة الآلات والمعدات .

وأخيراً لا بد من التمييز بين التقنية ومجالات توظيفها أو تطبيقها ، فعندما

فقد وصفت العلوم على أنها مجموعة لمعارف التي توصل إليها الإنسان من خلال تجاربه وخبراته وأعمال فكره الإبداعي المنظم ، بينما عرفت التقنية على أنها التطبيق المنظم للمعرفة والخبرات المكتسبة في المهام العملية لحياة الإنسان ، وهي تمثل مجموع الوسائل والأساليب لفنية التي يستخدمها الإنسان في مختلف نواحي حياته العملية ، وبالتالي فهي مركب قوامه المعدات والمعرفة . ويميل آخرون إلى تحديد نطاق مدلول التعريف في زاوية إنتاجية خالصة فيصفونها على أنها لمعارف والمهارات الموجهة إلى - والمتضمنة في - عملية الإنتاج ، سعياً إلى زيادة الناتج والإنتاجية ، وتنويع المنتجات أو تغيير خصائصها . وهنا نجد في مضمون التعريف المجالات الرئيسة لتطبيق التقنية وجعلها مجالين هما الإنتاج والإستهلاك . ولعل تمييز البعض بين العلوم بوصفه المعرفة المتعلقة بالإجابة علي سؤال ماذا نفعل ، وبين التقنية كونها المعرفة المتعلقة بالإجابة عن السؤال كيف نفعل يرسم الحدود الفاصلة بين المفهومين ، ويتفق مع ما وصفته منظمة اليونيدو عند تعريفها للتقنية في أن المقصود بها هو معرفة سر الصناعة .

وقد إستأثرت قضايا العلوم والتقنية في الوقت الراهن باهتمام متعاظم لدى

(\*) كلمة يونانية مركبة من مقطعين هما ( تكنو ) وتعني الفن و ( لوجوس ) وتعني العلم والمعرفة ولهذا أطلقت على مايسمي علم المعرفة أو علم المهنة .

واكتسب بها مجموعة معارف ومهارات تتصل بفهم أعمق لعناصر الإنتاج الزراعي المتداخلة وهي الأرض ، والماء ، والبذور ، والمناخ ، وأساليب تألفها ، ونتيجة لذلك فقد تولدت حاجته لتخزين الفائض عن احتياجاته من المحاصيل فمارس بذلك تقنيات التخزين الغذائي وكل ما يتصل بها ، وقد إنتشرت الحضارة الإنسانية خلال هذه المرحلة في بلاد الشرق حول أودية الأنهار مثل بلاد الشام ومصر والعراق وبلاد الهند والصين وفارس .

**٢ - المرحلة الصناعية :** وتؤرخ منذ منتصف القرن الثامن عشر حتى نهاية الحرب العالمية الثانية تقريباً ، وهي المرحلة التي شهدتها أوربا الغربية ، وسُجل خلالها بداية إنطلاق الثورة الصناعية الآلية ، وطي سجل تقنية الأدوات والانتقال منها إلى الميكنة ، ومن الطاقة المتجددة الطبيعية ومكوناتها (الإنسان ، الحيوان ، الماء ، الرياح) إلى أنماط طاقة أخرى جديدة وغير متجددة مثل البخار والفحم والنفط والغاز الطبيعي . وتأتي هذه المرحلة كبداية لتقاء وتقاطع العلوم مع التقنية . فقد مهدت العلوم للتطور التقني من خلال إكتشاف القوانين الأساسية للحركة بوساطة جاليليو (١٦٠٩م) ، وبعد أن أكتشف البنودول عام ١٥٨١م ، وقوانين الغازات لفان هلمونت (١٦١٠م) ، واللوغاريتمات (١٦١٤م) ، والجاذبية لنيوتن (١٦٨٢م) . ويغزو المؤرخون الإنجازات التقنية للأوربيين خلال الثورة الصناعية إلى حصيلة التراكم الحضاري لأمم أخرى غير أوربية ، إضافة إلى حصاد تطوّرهم العلمي الذاتي . فقد إستفاد الغربيون من البابليين الذين يعود لهم الفضل في صناعة آلة قياس الزمن ، وتوصل المصريون القدامى إلى صناعة ساعة الماء وعجلات رفع الماء والساعات الزجاجية وإستخلاص البردي للكتابة عليه ، في حين عرف الفينيقيون الشموع وقوايب الشمع حين أستخدمت للكتابة عليها ثم صهرها بعد إنتهاء الغرض منها ، كذلك استفاد الغربيون من إبداعات الحضارة الصينية القديمة ومنتجاتها مثل صناعة الورق ، والخزف والفخار وغزل الحرير وإختراع البوصلة . أما الإرث العلمي

للحضارة الإسلامية العربية فقد نهل منه الغرب الأوربي عبر قنوات عديدة أهمها الأندلس الذي دام إحتكاك الغرب به ثمانية قرون ، ثم صقلية التي خضعت للمسلمين ثلاثمائة عام ، وبعدها جاءت الحروب الصليبية لمدة قرنين ، وأخيراً الفتح العثماني لشرق أوربا ، ومن زخم هذا الإرث أخذ الأوربيون علم الفلك وأهم أدواته في ذلك التاريخ ، وهو آلة الربع الفلكية ، وعرفانا بالفضل أطلقت أسماء ٢٦ عالماً مسلماً على بعض المناطق على السطح المخفي للقمر (منهم ابن سينا ، وأبو الوفا ، وأبو الفدا ، والبيروني ، والحسن بن الهيثم ، والكندي ، ونجم الدين المصري) ، كما لم تزل أيضاً بعض النجوم أو مواقعها تعرف بأسمائها العربية ، كما أخذ الأوربيون عن الحضارة الإسلامية ما توصلت إليه في علم الضوء والكيمياء والرياضيات وكثيراً من العقاقير والطب ، كما يعود الفضل للحضارة الإسلامية في إرسائها حجر الأساس لبعض أقدم الجامعات في أوربا مثل جامعات طليطلة وأشبيلية في أسبانيا ومونبلييه وتولوز في فرنسا ، بعد أن كان لهم السبق بين الأمم والحضارات السابقة في إرساء مناهل العلم الأولى مثل مدرسة العلماء عام ٧٥٤م ، وبيت الحكمة في بغداد أيام هارون الرشيد . وقد أنصفت مكتبة الكونجرس الأمريكية الحضارة الإسلامية حين نقشت في سقفها العبارة المتممة التالية "الينبوع الأول للحضارة في العلوم الطبيعية إنما هو العصر العربي الإسلامي" .

**٣ - المرحلة العلمية والتقنية المعاصرة :** وهي المرحلة التي نعاصرها حالياً منذ إنتهاء الحرب العالمية الثانية ، حيث تشهد هذه المرحلة التقدم الانفجاري الشامل في جميع المجالات العلمية والتقنية ، وتنفرد هذه المرحلة عن المراحل السابقة بالإرتباط الوثيق بين العلم والتقنية وولادة مفهوم جديد للتقنية على أنها التطبيق المنظم للعلم في مجالات الإنتاج وبخاصة في الدول المتطورة ، وقد تعزز في هذه المرحلة دور العلوم البحثية أو الأساس وأصبحت هذه العلوم قوة مولدة للتقنية ، ومن هنا فقد تلاشت أو كادت أن تنتهي مجازاً المسافة

بين المعارف العلمية والتطبيقات التقنية التي صار لا بد لها من جهد علمي يمهّد لها ويسبقها ، حتى باتت المسافة بين المعارف والتطبيقات المنبثقة عنها إحدى المعايير التي يقاس عن طريقها السبق الحضاري ، وقد شهدت هذه المرحلة ولادة علوم جديدة وتقنيات جديدة قادرة على أن تلعب دوراً في تغيير مفاهيم تقنية كثيرة وسائدة وبدأت ملامح هذه المفاهيم منذ عقدين تقريباً ، ولو أردنا إيجاز الخصائص التي إنفردت بها هذه المرحلة العلمية التقنية لوجدنا أن أهمها ما يلي :

**أولاً :** التطور السريع في العلوم المؤسسة للإبتكارات التقنية كما أشرنا .

**ثانياً :** دور الدولة في التقدم العلمي والتقني وتحول الجهد الفردي ضمن المنظومة المؤسسية للدولة ، كذلك تبني الدول رسم المعالم الرئيسة للجهد العلمي والتقني الأساسي وانفرادها بتحديد إتجاهاته وتوجهاته مثل : التقنيات المتعلقة بالفضاء والإلكترونيات المتطورة والذرة والصناعات الحربية المتطورة ، وما يمكن توظيفه في مجالاتها من تقنيات أخرى .

**ثالثاً :** الأتمتة شبه الكاملة وإستخدام الحاسوب في جوهر المسائل والقضايا العلمية والتقنية ، كما تم إبدال مفاهيم راسخة بمفاهيم جديدة تعتبر حالياً في أطوارها الإبتدائية ، وللتبسيط نشير إلى علم السيبرانية (Cybernetics) الذي يعتمد عليه حالياً في تفسير الحركة بدلاً من الميكانيكا ، وعلم (Bionics) الذي تحاكي فيه الآلة الأنظمة الحية ، وغيرها .

**رابعاً :** قصر ومحدودية الإستشراف العلمي والتقني وتسارع وتدفق منجزات ومنتجات العلوم والتقنية ، وحمى تسابق الأمم نتيجة لذلك .

فبالرغم من الدراسات المستقبلية الجادة والرامية إلى التعرف على معالم المستقبل العلمي والتقني واحتكام الكثير لنتائجها ، إلا إنها لا تزال قاصرة عن تحقيق التوقعات العلمية والتقنية المؤكدة ، وهو ما يعزز إعتقاد بعض الخبراء أن أهم سمات هذا العصر هو كمية ونوعية إبتكاراته التقنية والعلمية وصعوبة رصد منتجاتها عملياً ، وللتأكيد عن هذا المدلول نستعير ما يدور



[Newly Industrialized Countries (NICS)] وهي الأرجنتين والبرازيل والمكسيك في أمريكا اللاتينية ، والهند وكوريا الجنوبية وتايوان وسنغافورة وهونج كونج في آسيا ، إضافة إليها ماليزيا التي انضمت في السنوات الأخيرة إلى هذه المجموعة بعد أن حققت معدلات تنمية وتصنيعية مذهشة لفتت إليها الأنظار .

ومما لا شك فيه أن المعجزة اليابانية والألمانية بعد الحرب العالمية الثانية ، والنتائج المبهرة التي حققتها من الجهد التنموي الشامل والتصنيعي بوجه خاص كانتا نموذجاً إحتدت به هذه الدول بعد أن خضعت تجربة كل من اليابان وألمانيا إلى دراسات مستفيضة ساهمت نتائجها دون شك في وضع إطار لاستراتيجية التنمية التي كانت المركز الذي تأسست عليه الدول حديثة التصنيع ، وربما يكفي أن نتناول بتفصيل أدق أبرز هذه الدول وهي كوريا الجنوبية كنموذج رائع يستفاد من تجربتها كأحدى الدول النامية التي أصبحت ضمن مجموعة الدول الحديثة التصنيع (NICS) ، وفي الكيفية التي يمكن بها لدولة نامية تطوير اقتصادها الوطني عن طريق تحقيق التقدم في مجال العلوم والتقنية .

تاريخياً ، كان لكوريا تراناً علمياً يمكن الإستدلال عليه من خلال المرصد الفلكي القديم فيها والمسمى (شيلادايونستي) ، ومن إختراعها أول مطبعة في التاريخ سبقت مطبعة جوتنبرج بحوالي مائتي عام .

أما بدايات مرحلة إستثمار العلوم والتقنية كمحرك لحركة التصنيع الوطني المعاصرة فقد بدأت منذ عام ١٩٦٢ م ، في تلك الفترة خرجت كوريا من كابوس الدمار والخراب - الذي خلفته الحرب - كواحدة من أفقر دول العالم ، وقد وضعت في تلك السنة خطتها الخمسية الأولى متضمنة السياسات والإستراتيجيات الموجهة لتطوير العلوم والتقنية من أجل التنمية ، وقد وضعت الإستراتيجيات لتغطية ثلاث مراحل هي الستينيات والسبعينيات والثمانينيات ، ففي عقد الستينيات تم تطوير الصناعات القائمة على الإستيراد والإستبدال والتوسع في الصناعات الخفيفة ، ودعم الصناعات المنتجة للسلع الإستهلاكية ، وقد ركزت

الأخرى تتم عن طريقة التقدم الإقتصادي من خلال زيادة الدخل القومي بما يحقق رفع مستوى المعيشة لجميع أفراد المجتمع ، ومن ثم إطلاق طاقات أبناء المجتمع الكافية ولتوظيف جميع قدراتهم للمساهمة ببناء الوطن وترسيخ مشاعر ولائهم وإنتماؤهم وتقانيهم ليرتقى هذا الوطن دائماً في طريق التقدم نحو الصدارة .

من هذا المنظور يتضح أن التنمية الإقتصادية ترتبط وتلازم بالتنمية الإجتماعية وأن الإنسان هو المحور في كليهما وبناء قدراته وإثرائها هو الهدف الأساسي للتنمية وفي الوقت ذاته ضمان استمرارها وتعزيزها ، ولا شك أن محور قدرات الإنسان النافذة في قضية التنمية هي قدراته العلمية والتقنية لأنه كما أشرنا عند تحديد المفاهيم الأساسية فإن العلوم والتقنية أساساً هي : مجموعة المعارف والمهارات التي يمتلكها الإنسان ويتوقف أدائه في كيان المجتمع عليها وليست هي الآلات أو المعدات وما ينتج عن ذلك . ومن هذا التعريف يتضح الإرتباط والتفاعل بين العلوم والتقنية في جانب والتنمية من جانب آخر ، وترتبط مسألة استمرارية وديناميكية العملية التنموية ببناء وحشد الإمكانيات العلمية والتقنية للمجتمع وقدرتها على تلبية الإحتياجات التي تتطلبها التنمية بشكل متواصل ، وربما يبدو أن ما أشرنا إليه من قول الإمام الغزالي قديماً في " أن العمل بلا علم لا يكون " ينطبق على التفاعل بين العلوم والتقنية من جهة والتنمية من جهة أخرى في حال تجاوزنا مفهوم العمل والعلم للنطاق الذي أريد له .

### إهتمام الدول بالعلوم والتقنية

بعد التفاعل بين العلم والتقنية ودورهما في التنمية أحد أبرز السمات المميزة للدول الصناعية الكبرى ، كما أن تأصيل العلوم والتقنية ورعايتهما أصبح أهم المتطلبات الإستراتيجية للتنمية الوطنية الشاملة ، وقد إنتهجت مجموعة من الدول النامية سياسات صارمة في هذا السبيل وعرفت إعلامياً فيما سمي بالبلدان حديثة التصنيع

حالياً في الأوساط العلمية من تنبؤات أو توقعات مبهمة بعد الإختراق العلمي المتعلق بإنسال أو استنساخ النعجة دولي مؤخراً في معهد روزلين البريطاني ، والحوار العلمي الدائر والساخن حول ذلك وبالأخص الجانب المتعلق بإرتياد آفاق التطبيقات المحتملة خلال العقود المقبلة في مجالات الهندسة الوراثية .

### العلوم والتقنية والتنمية

يقول الإمام الغزالي يرحمه الله : " العلم بلا عمل جنون ، والعمل بلا علم لا يكون " إستوحي البعض من هذا القول المأثور ما قد يشير إلى علاقة غير مباشرة بين العلم والتقنية ، إلا أن الدارسون يرجعون تاريخ العلاقة المباشرة بينهما إلى أواسط القرن العشرين حين برزت بشكل واضح في البلاد المتقدمة في حين إستمر تأثير العلوم هامشياً على التقنية في البلاد المصنفة بالدول النامية أو دول العالم الثالث ، مما أتاح للمسافة التقنية أن تتسع وتعمق ما بين ما يطلق عليه بلاد الشمال والجنوب أو الدول المتقدمة والدول النامية ، غير أن هناك إعتقاداً آخر يخالف المفهوم الذي يربط بين منظومتي العلم والتقنية ويرى عدم إرتباط المنظومتين في معظم التقنيات العادية أو المتداولة البسيطة ، ويعتبر إرتباط العلوم والتقنية ليس ضرورياً إلا في حالات التقنيات المعقدة والفاثقة التطور ، عندها فقط تصبح العلاقة بين المنظومتين شبه محكمة ومتلازمة . أما مسألة التنمية بشمولها فهي الجهود المنظمة التي تبذل وفق تخطيط مسبق ومعتمد يركز على القدرات البشرية الفاعلة ، والإمكانات الإقتصادية والمادية المتوفرة في بيئة إجتماعية محددة بهدف ثابت يرمي إلى الإرتقاء المستمر بالدخل الفردي للمواطن والدخل القومي للدولة ، كما ترمي إلى رفع مستويات الحياة بجوانبها المتعددة مثل التعليم والثقافة والصحة لشرائح المجتمع المختلفة ، ومن ثم الوصول إلى درجات مرتفعة من الرخاء والرفاهية الإجتماعية .

ووفق ذلك فإن التنمية الإقتصادية التي تركز عليها وترتبط بها الجوانب التنموية

الحكومة الكورية على الإستراتيجيات الموجهة بإدخال التقنيات الأجنبية مع تكوين البنية الأساسية والتقنية الداخلية ، وفي هذا السبيل تم إنشاء وزارة العلوم والتقنية التي أنيط بها وضع وتنفيذ السياسة الوطنية للعلوم والتقنية ، وكذلك مسؤولية التنسيق والتطوير في هذا المجال ، ومن أهم إنجازات الوزارة في هذه الفترة إنشاء المعهد الكوري للعلوم والتقنية عام ١٩٦٦م ليتولى أنشطة البحث والتطوير باعتبارها النهج الأساسي لتحقيق أهداف التطوير العلمي والتقنية ، كما أصدرت القوانين اللازمة لجعل العهد بمثابة هيئة بحثية معتمدة للقطاعات الصناعية التي تم تركيز الخطة الوطنية عليها .

في مرحلة السبعينيات وضعت الحكومة الكورية ثلاث إستراتيجيات هي :

- زيادة تطوير القوى العاملة التي تحتاجها الصناعات الثقيلة والصناعات الكيماوية .
- تطوير الإجراءات النظامية لتطويع التقنيات المستوردة .
- دعم أنشطة البحث والتطوير مع التركيز على التطبيقات الصناعية .

ومن أجل ذلك تم تأسيس المعهد الكوري المتقدم للعلوم عام ١٩٧٠م كي يتولى مسؤولية التعليم العلمي على مستوى التعليم العالي ، وصمم المعهد لتقديم برامج دراسات عليا علمية مستقلة بدعم من وزارة العلوم والتقنية ، وقد قام المعهد بمنح أكثر من ٦٠٠٠ درجة دكتوراة وماجستير ، وأكتسب سمعة عالمية جيدة على المستويين الداخلي والخارجي لتمييزه أكاديمياً في التخصصات الهامة التي كان لها الدور الكبير في مسيرة العلوم والتقنية .

وخلال عقد السبعينيات أصدرت وزارة العلوم والتقنية مجموعة من الأنظمة باللغة الأهمية لتطوير العلوم والتقنية منها : نظام تطوير العلوم والتنمية ، ونظام تعزيز تطوير التقنية الصناعية الذي يحدد الحوافز المالية للقطاع الصناعي ، ونظام تعزيز الخدمات الهندسية ، ونظام المؤهلات الفنية الوطنية الذي يهدف إلى رفع مستوى أداء العاملين في المجال الفني ، ونظام مساعدة هيئات البحث الذي يحدد الحوافز المالية والمساندة النظامية لمعاهد البحوث في المجالات

المتخصصة سواء الحكومية أو التابعة للقطاع الخاص ، ونظام المؤسسة الكورية للعلوم والهندسة الذي يرسى النظام الأساسي لإنشاء هذه المؤسسة التي تقوم بتعزيز البحوث في العلوم التطبيقية .

واتبعت الحكومة الكورية خلال هذه الفترة سياسة تقنية تتيح للعلوم والتقنية أن تلعب دوراً رائداً في التطوير الإقتصادي والإجتماعي ، كما حرصت الحكومة على إيجاد البيئة الإجتماعية التي تحفظ للعلميين فيها المكانة المرموقة التي تشجعهم على العطاء والتقاني في أداء مسؤولياتهم .

كذلك تم إنشاء لجنة إستشارية عالية المستوى من خبراء في المجالات العلمية والأكاديمية والصناعية يناط بها رفع التوصيات لرئيس الجمهورية مباشرة فيما يخص السياسات المتعلقة بالعلوم والتقنية .

أما في الثمانينيات فقد شهدت عهد التوسع الكبير في أنشطة البحث العلمي والتطوير عن طريق إنشاء المشروعات الوطنية الخاصة بها ، ومراكز أبحاث القطاع الخاص ، حيث إرتفع عدد معاهد البحوث الخاصة من ٥٢ معهداً عام ١٩٨٠م إلى ٥٠٣ عام ١٩٨٨م ، وأسست خلال هذه الفترة أيضاً ٣٧ اتحاداً وجمعية أبحاث علمية ، كما قامت الحكومة في هذه المرحلة بإنشاء المجمعات الصناعية في المناطق الرئيسية بالدولة مثل مدينة دايدوك العلمية ومراكز الأبحاث المتخصصة في المناطق الرئيسية الصناعية الموزعة في كافة أنحاء كوريا ، وتشكل هذه المراكز شبكة علمية بحثية متكاملة محورها مدينة دايدوك العلمية .

لقد نجحت كوريا من خلال تنفيذ سياساتها التي أشرنا إليها في تأمين الكوادر العلمية المؤهلة وتطوير قدراتها التقنية والعلمية ، كما إبتكرت أنظمة الإدارة التي تدعم هذه التوجهات ، كما ركزت بشكل كبير على الاستثمار المخصص للبحث والتطوير ، وقد أدت مجمل هذه الجهود إلى إحداث تغيير هيكلي في الإقتصاد بحيث أصبح الإقتصاد الكوري قائماً على التقنية الحديثة وعلى الأفكار والعقول . وتشير الإحصاءات الحالية والتوقعات المدعمة أن إجمالي عدد المهندسين والعلماء

في عام ٢٠٠١م سيبلغ ١٥٠,٠٠٠ عالم من ذوي المستويات الرفيعة القدرة على أداء الأدوار القيادية الرائدة في مجالات عملهم ، أي أن نسبتهم ستبلغ ٣٠ لكل ١٠,٠٠٠ شخص حسب الإحصاءات السكانية ، وتعتبر هذه النسبة من النسب العالية عالمياً . وفيما يتعلق بنسبة الإنفاق على البحث والتطوير فقد إرتفعت النسبة من ٠,٩٪ من إجمالي الناتج القومي عام ١٩٨١م إلى ١,٩٩٪ عام ١٩٨٦م ، وإلى ٣٪ عام ١٩٩١م . وستبلغ هذه النسبة في منعطف هذا القرن ٥٪ عام ٢٠٠١م . وستكون من أعلى نسب الإنفاق على البحث والتطوير في العالم .

وبالرغم من هذه الجهود الجبارة إلا أن طموحات كوريا لا تزال أعظم من جهودها فهي تخطط لبلوغ هدف بعيد وجسور يضعها في مصاف مجموعة الدول العشر الأكثر تقدماً في العالم ، ولتحقيق ذلك فقد وضعت وزارة العلوم والتقنية خطة طويلة الأجل لبلوغ هذا الهدف عام ٢٠٠٠م .

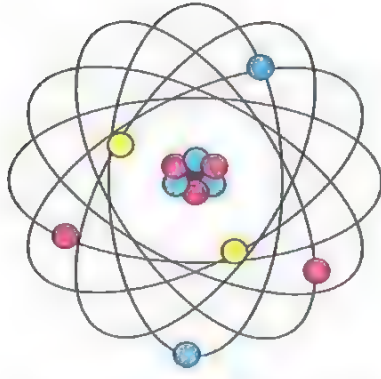
يعتمد تنفيذ الخطة طويلة الأجل على الاستراتيجيات التالية :

- ١ - تحقيق أقصى إستثمار للموارد المحدودة المتوفرة في مجالات تم إختيارها بدراسة وعناية فائقة .
- ٢ - تنفيذ أنشطة التعاون في مجال البحوث بين مؤسسات البحوث الأكاديمية والصناعية والعامه .
- ٣ - تنفيذ إستراتيجية تدويل البحث والتطوير القادرة على تجاوز النقص في الكوادر الوطنية العلمية والتقنية .
- ٤ - منح الإستقلالية لمؤسسات القطاع الخاص لتمتلك المرونة الكافية للإستفادة من أوضاع السوق .

وسيوّدي تنفيذ هذه الإستراتيجيات حسب توقعات الحكومة الكورية من نقلها عند عتبة القرن المقبل إلى مصاف الدول العشر الأكثر تقدماً في العالم .

وخلاصة القول أن النموذج الكوري للدول النامية يعتبر مثلاً حياً قابلاً للتطبيق والتحوير ضمن الظروف البيئية والمادية للدول الأخرى ، كما أنه يؤكد الحقيقة القائلة أن الشعوب قادرة على صنع المعجزات بإذن الله عند توفر الإرادة الصارمة لتحقيق ذلك .





# نقل العلوم والتقنية

د. محمد أحمد طرابزوني

الإنسان نتيجة لخبراته في الحياة ولتعامله مع الظروف الطبيعية المحيطة به ، ولقد كان للإسلام وحضارته دور كبير في ذلك حيث أن الاسلام يدعو إلى الأخذ بالأساليب العلمية في الإنتاج والعمل ، وذلك لقوله تعالى ﴿ قل هل يستوي الذين يعلمون والذين لا يعلمون ﴾ (٢) الآية . كما أن الله العلي القدير وضع للإنسان أفضل أسلوب علمي منهجي لكي يصل إلى النتيجة ، فأمره بالنظر والتبصر في مخلوقات الله وعظمته والقيام بالعد والاحصاء والاهتمام بالزمن والمواقيت والالتزام بالنظم والقوانين ، وهذا المنهج العلمي السليم أوصل العالم الاسلامي في القرن الثالث الهجري ( العاشر الميلادي ) إلى قمة الريادة والتقدم ، خصوصاً بعد أن اهتم العلماء والمفكرون بترجمة كتب ونظريات الحضارات السابقة ، التي صاغوها صياغة جديدة مبنية على الاستنباط والاستدلال ووضعوا القوانين والنظريات ، وقاموا بإجراء التجارب وعمل العمليات ، وألف المبدعون منهم الكتب التي أصبحت مهلاً ومناً مشعاً لعلماء أوروبا في القرون الوسطى ، ومرجعاً علمياً في أكبر جامعاتهم ، والتقنية التي يتحدث عنها الجميع اليوم ماهي إلا التطبيق السليم للمعرفة في جميع المجالات الإنتاجية والخدمية بغية رفع مستوى المعيشة ونوعيتها ، أي أن التقنية كما يعرفها الإسلام هي إتقان العمل وتحسين الإنتاج كما وكيفاً ، وذلك لقول الرسول ص ﴿ إن الله يحب إذا عمل أحدكم عملاً أن يتقنه ﴾ (٤).

والتقنية حسب أبسط تعريف لها هي استخدام التطبيق العلمي على أي نطاق ( تجاري ، أو صناعي ، أو زراعي ، أو خدماتي ) لمجموعة وسائل وأساليب المعرفة والمهارات المتاحة والمكتسبة من الاكتشافات العلمية وبراءات الاختراع ، التي نتجت عن عمليات

تشهد الحضارة الإنسانية المعاصرة تغيرات جسيمة في أساليب التعايش والتكيف للحصول على حياة آمنة ، قائمة على مزيد من الرفاهية والرخاء والأمن والاستقرار للشعوب ، تحت ظروف مؤثرات نطع موازين القوى والتكتلات الاقتصادية ، والنظام العالمي الجديد ، ومن خلال العلاقات الموجودة في المجتمع الواحد وفيما بين المجتمعات .

( Techno ) تعني صنعة و ( Logy ) تعني علم ، أي هو علم الصنعة الآخذ بالأساليب العلمية في العمل والإنتاج ، وهو ما يعبر عنه الاصطلاح العربي بلفظ تقانة . وهذا التعريف اللغوي اللفظي في كثير من الأحيان لا يعني مفهوماً بذاته كما أنه لا يشير إلى شيء بعينه ، ومن الواضح أنه ليس هناك جدوى من البحث عن تفسير لغوي لهذه الكلمة لأنها مصطلح علمي ، وهذا يؤدي إلى أن هناك علاقة وطيدة تربط بين العلم والبحث العلمي والتقنية ، خصوصاً وأن الاسلام يدعو إلى العلم فيقول الله في محكم كتابه ﴿ اقرأ باسم ربك الذي خلق ، خلق الإنسان من علق ، اقرأ وربك الأكرم الذي علم بالقلم ، علم الإنسان ما لم يعلم ﴾ (١) ، وكما أن الله أنزل في القرآن الكريم قصص الأنبياء مع أقوامهم ، وبين كيفية الخلق والخلق والظواهر الكونية والطبيعية ، وأيضاً عدد وفصل أنواع الأشجار والثمار والمعادن والحيوانات ، وكنوز البر والبحر ، مما أنزله سبحانه وتعالى بلغة القوم ؛ أي اللغة العربية ، لكي يفهموه ويتدبروه . فالعلم هو عبارة عن نشاط فكري منظم يهدف إلى زيادة سيطرة الإنسان على الظروف الطبيعية المحيطة به واستخدامها لصالحه (٢) .

والعلم هو أساس المعرفة ، التي هي عبارة عن مجموعة المفاهيم والمعاني والتصورات والأحكام ، التي تتكون لدى

وتعد هذه التغييرات التي تواكب الإنجاز العلمي والتقني الحديث المسؤول الأهم عن كل هذا التقدم والرقى الذي تحقق في النصف الثاني من القرن العشرين وبالأخص بعد نهاية الحرب العالمية الثانية ، وحصول الدول على استقلالها ، وقيام هيئة الأمم المتحدة ومنظماتها المختلفة التي انضمت إليها الدول . كما أن حجم وعمق تأثير التقدم التقني الحالي على حضارة الإنسان المادية والثقافية والاقتصادية كان أكبر بكثير من كل ما أنجزه الإنسان قبل ذلك من تقدم وازدهار ، وهذا يضع نصب أعيننا أهمية التقنية التي تعتبر أهم إنجازات العصر الحديث ومن أهم مقاييس رقي وتقدم الدول .

وقبل أن نبدأ في شرح أهمية التقنية ومشاكلها ووسائل الحصول عليها وآثارها لابد لنا من التعرض لمفهوم هذه الكلمة التي استحوذت على اهتمام الكثير من العلماء والمفكرين وصانعي القرار في كلا القطاعين العام والخاص خصوصاً ونحن على مشارف أبواب القرن الواحد والعشرين .

## مفهوم التقنية (التكنولوجيا)

يستخدم رجل الشارع الاصطلاح الاجنبي ( Technology ) للدلالة على الجودة ، وأحياناً في مجال الدعاية والإعلان لإبراز كمال السلعة وبلوغها قمة الإتقان والجودة . لكن التعريف اللغوي لكلمة تكنولوجيا المكونة من كلمتين إغريقيتين

الاقتصادي والاجتماعي وتحسين وتنويع مصادر الدخل (٥).

وتتركز المراحل التي يتم فيها نقل التقنية أولاً على احتياجات ومتطلبات، وثانياً على تقنيات متوفرة محلياً أو مستوردة، ويجب أن تكون التقنية المطلوبة ملائمة ومختارة حسب معايير ونظم، وأيضاً تلبي وتسد الاحتياج المحلي أو الإقليمي أو العالمي، وهناك نمطان من أساليب نقل التقنية وهما النقل الأفقي الذي يتم فيه نقل التقنية من الخارج، والنقل الرأسي الذي يرتبط بتطوير التقنية في الداخل كما هو موضح في الشكل (١).

ويعد أسلوب النقل الرأسي للتقنية الطريقة المثلى التي تنبع عن احتياجات

الخام ولديه الكثافة البشرية أو الموارد المادية، ويسعى جاهداً لاقتناء التقنية لبناء تنمية اقتصادية تتلاءم مع احتياجاته وتحد من البطالة وتوفير الرفاهية والأمن للمواطنين والازدهار والرفق للبلد.

وهناك تعاريف وشروح تناولت موضوع نقل التقنية، خصوصاً بعد أن أصبحت التقنية سلعة ذات أهمية سياسية واقتصادية تباع وتشترى وقابلة للتصدير والحجب والابتزاز، وكذلك تفرض عليها المعايير والقيود. وبغض النظر عن التعاريف الكثيرة فإن الهدف الرئيسي من نقل التقنية هو تكييفها وتطويرها لكي تلبي متطلبات الاحتياجات المحلية وذلك بواسطة مزجها بالموجودات المحلية لخدمة النمو

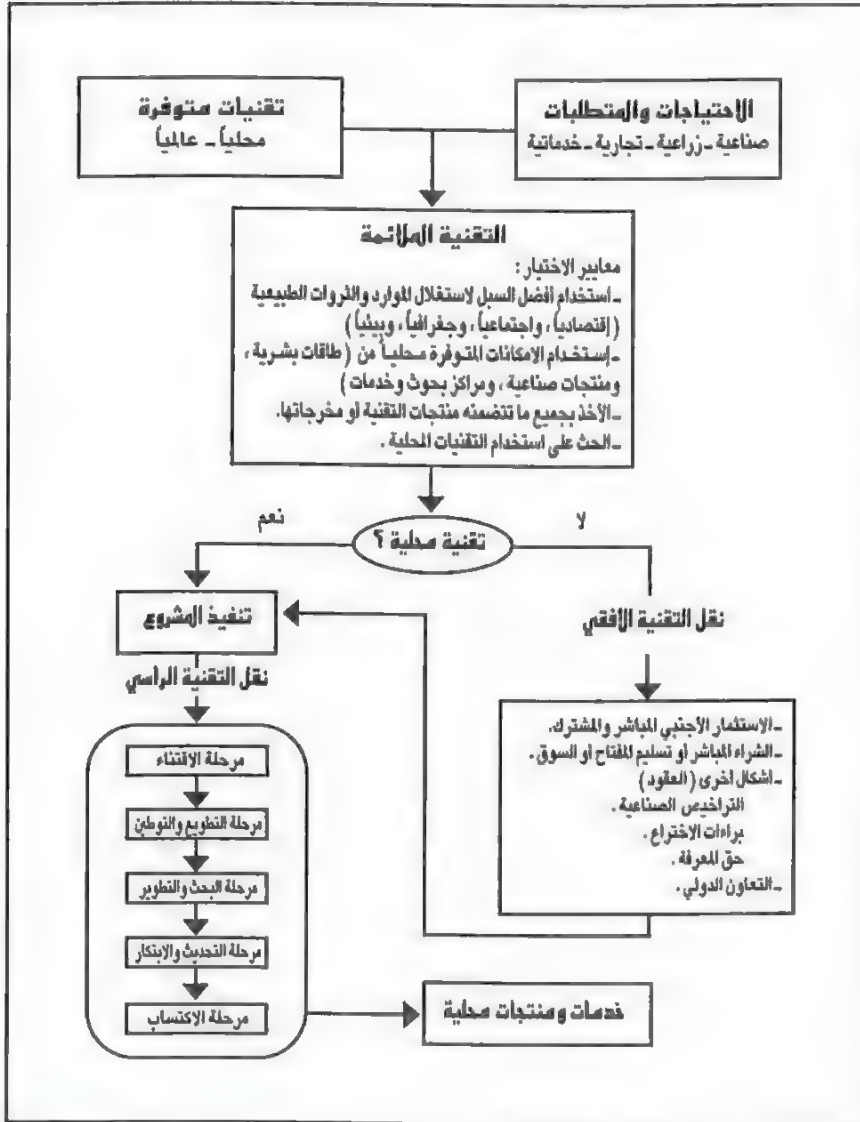
البحث والتطوير، للمساهمة في عمليات التوسع السريع في أساليب الانتاج وتحسين مستواه وخفض تكاليفه، وأيضاً لإيجاد مجموعة متزايدة من السلع على نطاق أوسع وبأسعار تنافسية.

ولا تعني التقنية ملاحقة الأفراد، أو الدول أحدث معطياتها ومستخرجاتها وصورها، وإنما تعني اختيار ما يتناسب منها لواقع المجتمع واحتياجاته. إذا ما يصلح لمجتمع معين قد لا يصلح لآخر يختلف عنه في ظروفه وبيئته. فظروف كل مجتمع حسب نوعية ثرواته وموارده الطبيعية، وكثافته السكانية ومستواه العلمي والمعيشي، وأيضاً احتياجات الجهات المختصة والمواطنين الأساسية، هي وحدها التي تحدد التقنية المطلوبة، وليس كما هو معتقد أن التقنية الحديثة والمتطورة والمتقدمة أفضل من التقنية التقليدية، خصوصاً وأن هناك مجالات تتفوق فيها الصناعات اليدوية على الصناعات الآلية، كما هو في صناعات النسيج، والأحذية، والخزف... الخ.

مما سبق يلاحظ أن التقنية والعلم مرتبطان بعضهما ببعض، فما التقنية إلا ثمرة العلم، والتقنية لم تكن لتظهر لو لم يمهدها العلم الطريق، ويفتح لها آفاقه، ويمهدا بالنظريات، ويضع لها النماذج والخطط. والعلم لم يتمكن ولن يتمكن من أن يؤتي ثماره، إلا من خلال التقنية التي تعمل على تحويل الناتج العلمي إلى تطبيقات عملية مبنية على احتياجات التنمية الاقتصادية في كل بلد حسب متطلباته من آلات، ومعدات وأجهزة، وسلع، وخدمات.

### مفهوم نقل التقنية

العالم كما نعرف اليوم ينقسم إلى قسمين، الأول ينتج التقنية ويصرف الأموال الطائلة التي تتجاوز ٢٠,٥٪ من دخله القومي على دعم وتطوير مجالات البحث العلمي، كما أن تحت حوزته نسبة عالية من الصناعات، وبراءات الاختراع، والبرامج التقنية المتميزة، التي تعطيه مردوداً اقتصادياً ومركزاً ريادياً مرموقاً، والآخر يستخدم التقنية ويمتلك موادها



● شكل (١) يوضح مراحل نقل التقنية الرأسي والأفقي.



الصناعية، سواء أكانت علامة تجارية، أم براءة اختراع، أم امتياز، ويتم ذلك بواسطة اتفاق مبرم يمنح بموجبه المتلقي الحق في استغلال البراءة، أو العلامة أو الامتياز لمدة زمنية محددة تتراوح بين ٥ - ٢٠ سنة، وذلك مقابل دفع مبالغ معينة كنسبة من الإنتاج أو المبيعات، أو الحصول على مبلغ إجمالي مقابل ذلك، ويضع المصدر شروطاً تحد من عمليات التصدير، ويتمسك في كثير من الأحيان على أن يكون استيراد معظم المواد الخام والمستعملة من قبله أو عن طريقه. (٨)

• براءات الاختراع ( Patents ) : ويعد من أفضل أساليب نقل التقنية لأنها تشتمل على نتاج الفكر الانساني والذي يخرج في صورة أو أكثر من الصور التالية :

- ابتكار أجهزة معينة، أو تصميم منتجات جديدة قد تكون مستوحاة ومبنية على براءات اختراع سابقة، أو نتائج البحث العلمي، أو أطروحات رسائل الدكتوراه.

- برامج عمليات أو طرق صناعية تهدف إلى توفير الجهد الإنشائي أو تقليل التكاليف.

• المعرفة الفنية ( Know - How ) :

وترتبط أساساً بعقود استغلال، براءات الاختراع والتراخيص الصناعية وتعتمد على حصول المتلقي - بعد الموافقة من المصدر - على المعلومات والبيانات والبرامج التشغيلية المتعلقة بالعمليات ( الصناعية، والفنية، والتركيبات الكيميائية، والإنتاجية )، التي يصعب الحصول عليها بسهولة لكنها سرية أو محمية. وتشمل أيًا من الصور التالية :

- الأسرار الصناعية والمعلومات السرية غير المسجلة.

- نتائج تطبيق الاختراعات المسجلة.

- تقارير ( النتائج العلمية، والنشاط

التجاري، والتطور في المجال الهندسي ) .

- مواصفات ( التشغيل، والمواد الخام ) .

• التعاون الدولي : وهو إبرام عقود تقنية تتم فيها المشاركة بين دولتين على أساس اختيار مشروع يلبي متطلباتهما معاً وعلى أن تكون جميع مقوماته متوفرة فيها، وقد يأخذ تنفيذ المشروع فترات زمنية طويلة تتوقف على البحث والتطوير والتصنيع، ويعتمد نقل التقنية في هذا الأسلوب على عدد ونوعية الأشخاص

والإمكانات الوطنية حسب شروط ومتطلبات معينة، وتسعى الدول التي يقام فيها المشروع إلى امتلاك أكثر من ٥٠٪ من حصص رأس مال المشروع. ويعد هذا الأسلوب أجدى وأفضل من الاستثمار المباشر، لكونه يساعد ويسهل لدولة المشروع الاستفادة من المعرفة والخبرات التقنية والإدارية التي يقدمها الشريك الأجنبي، كما يساهم بجدية في مجالات التدريب والتشغيل والصيانة، ووفرة الأسواق وتحديث المواد المصنعة.

#### • الشراء المباشر :

يعد الشراء المباشر وسيلة جيدة لاقتناء التقنية واستخدامها، وهو يتم عن طريق الاستيراد المباشر أو شراء المصانع الجاهزة ( تسليم المفتاح، أو تسليم السوق )، ولكنه لايساعد المتلقي على اكتساب التقنية وتطويرها بسبب الشروط والقيود التي تفرض من قبل المصدر (٧). ومن أهمها قيود التصدير، والأنظمة التي تعمل على تحديد أداء وفعاليات الأجهزة وغرض الاستخدام وطرق التشغيل. ويتطلب الشراء المباشر من البداية توفر مبالغ باهظة تغطي تكاليف المشروع، وعقود التركيب والتشغيل والصيانة، وبناء المنشآت. كما يعد نقل التقنية من خلاله محدوداً ويتطلب مهارات وطنية إدارية وفنية تستطيع اتخاذ القرار الجيد في عمليات اختيار وتقييم التقنيات المطلوب الحصول عليها، وكذلك وجود بيوت الخبرة ( الاستشارية، والهندسية، والقانونية ) الوطنية التي تساهم في تفتيت مكونات المصنع، وعقود التقنية لتحديد الأسعار والاستفادة مما هو موجود محلياً.

#### • أشكال أخرى لنقل التقنية :

تتخذ عمليات نقل التقنية في مجالات البحث والتطوير والصناعة على وجه الخصوص أشكالاً عديدة، تعد معقدة وتتسم بالصعوبة، وتحتاج إلى توضيحات تفصيلية أكثر شمولاً لإظهار مدى دقتها وتعقيدها، ومن أهم أشكالها ما يلي :

• التراخيص الصناعية ( Licences ) :

وتشمل عدة عناصر يمكن بموجبها البيع أو التنازل عن حق من حقوق الملكية الفكرية

مطلوبات المجتمع وبالأحرى الجهات ذات علاقة، ويتم دراستها من قبل المختصين الذين يضعون استراتيجيات وخطط علمية عملية تعتمد أولاً وأخيراً على الدعم المالي لسخي، وتواجد مراكز البحوث المجيزة أحدث المختبرات والأجهزة؛ إضافة إلى ذلك يهتم بالتركيز على كسب وتعيين لكوادر الوطنية ذات الكفاءة العالية القادرة على تحويل نتائج البحوث الأساسية التي تقوم بها الجامعات ومراكز البحوث إلى مرحلة تطبيقية، من خلال اختيار الأساليب لتقنية المتقدمة لمعالجة المواضيع وإيجاد لحلول والحصول على نتائج جيدة ومفيدة في باحتياجات المجتمع، كما تساهم في بناء صناعات ذات جودة متميزة، وتقديم خدمات رائدة يعطي كل منها مردوداً علمياً واقتصادياً ملموساً، وبناءً عليه لا يمكن اعتبار نقل التقنية عملية ناجحة إلا بقدر ما يتحول النقل الأفقي للتقنية إلى نقل رأسي يرتبط ارتباطاً عضوياً وآلياً بهياكل المجتمع المحلي والبيئة التي تحيط به (٦).

### وسائل نقل التقنية

أصبحت قضية التقنية وعقودها تحتل مكاناً هاماً وسمة بارزة من سمات التجارة الخارجية، ودخلت مواضيعها كمواضيع أساسية ضمن المناقشات والمفاوضات الإقليمية والدولية، وتعددت الوسائل التي من خلالها يمكن للتقنية بشقيها الأفقي والرأسي أن تنتقل من جهة إلى أخرى، ومن شخص إلى آخر ومن أهم هذه الوسائل ما يلي :

#### • الاستثمار الأجنبي المباشر والمشارك :

تسعى معظم الدول إلى تشجيع وجذب رؤوس الأموال الأجنبية للاستثمار فيها وذلك بالسماح للشركات الأجنبية بإنشاء وملكية مشاريع صناعية بالكامل، وفي الوقت نفسه تتولى الشركات الأجنبية سائر عمليات إنشاء المشروع وتشغيله وإدارته حسب اتفاق خاص مع الدولة المضيفة، وهناك الاستثمار الأجنبي المشترك الذي يتم فيه الدمج بين الأموال والخبرات والإمكانات الأجنبية مع الأموال

المشاركين في المشروع من قبل الجهة التي ينفذ فيها المشروع ، وعلى نوعية البحوث التي يقوم بها المشاركون ، ومدى المشاركة من قبلهم في عمليات التصميم والتركيب والتشغيل والتنفيذ وعقد الندوات واللقاءات الثنائية .  
\* وسائل أخرى : تتمثل في المعونة الفنية ، وتبادل المعلومات ، والهندسة ( الأساسية ، والتفصيلية ) ، والخدمات الإدارية والإشرافية ، والابتعاث والتدريب ، وأيضاً عقد الندوات وقيام المعارض الدولية والإقليمية ، إضافة إلى ذلك تعتبر الهندسة العكسية ، وتفتيت مكونات المصنع إلى أجزائه ومكوناته الأولية من أكثر الوسائل فاعلية على تطوير القدرة التقنية حيث يتم من خلالهما التعرف على مكونات الأجهزة والمعدات . ومعرفة طبيعة الترابط بينها ، وأيضاً الإلمام التام بمواصفات المواد المستخدمة لكي يتم تصنيعها أو معرفة ما هو متوفر منها محلياً ، ولتحديد أسعار الأجزاء لخفض التكاليف ، خصوصاً إذا عرفنا أن سعر المصنع يحدد بناء على ١٠ - ٢٠ ٪ من قيمة مكوناته التي تعتبر هي التقنية الحديثة الرئيسية فيه (٩) .

وتتطلب معظم وسائل نقل التقنية المذكورة أعلاه وجود مايلي :

- مهارات بشرية جيدة .
- تجهيزات كبيرة .
- استقطاب الخبراء وأصحاب الكفاءات العالية .
- مخططات وبرامج عامة مدروسة بدقة وإتقان ومبنية على استراتيجيات واضحة .
- أنظمة ولوائح وقواعد سلوك تشجع وتجذب رؤوس الأموال مثل ( الاستثمار الأجنبي ، الاقتصادي ، التعاون الدولي ) (١٠) .

### تجارب الدول

أنجزت عدة دول آسيوية مثل ( اليابان ، وكوريا الجنوبية ، وتايوان ، والهند ، وباكستان ) ، وأخرى مثل ( البرازيل ، وفنزويلا ، والأرجنتين ، والمكسيك ، ومصر ، والجزائر ) ، تقدماً ملموساً في مجال التنمية الاقتصادية خصوصاً بعد نهاية الحرب العالمية الثانية ، وبالأحرى في منتصف الستينيات من القرن العشرين . حيث

بدأت أولاً تلك الدول بالانضمام إلى منظمات هيئة الأمم المتحدة والاستفادة من برامجها التعاونية والمشاركة ، وأيضاً من المعونات والدراسات المقدمة من قبل المنظمات المتخصصة فيها مثل ( الفاو ، والاتحاد الدولي للاتصالات ، والمنظمة العالمية للإرصاد ، واليونيدو ، ومنظمة الصحة العالمية ، وغيرها ) ، ولكن كل دولة أنتهجت أسلوباً خاصاً بها لنقل التقنية يتمشى ويتلاءم مع احتياجاتها ومعطياتها وإمكاناتها البشرية والمادية ، وكذلك ثرواتها المعدنية والزراعية .

فاليابان مثلاً اعتمدت على نتائج الحرب العالمية الثانية وحصولها على برنامج المساعدات والمعونة الأمريكية ؛ مقابل اعترافها بالهزيمة وسماحها لبناء القواعد والمنشآت العسكرية الأمريكية فيها ، خصوصاً وأنه تكون لديها قبل الحرب وأثناءها قدرة تقنية استطاعت بها اكتساب وتطوير وتحسين التقنيات التي تستوردها بعد الحرب ، كما أرسلت العديد من الطلاب للدراسة في الجامعات الأمريكية لبناء الطاقات البشرية التي استخدمت في فك وتفتيت الآلة طبقاً للمنهج الذي تبنته والقاتل : الآلة الأولى بالاستيراد والثانية بالانتاج المحلي (١١) . وكما استفادت من إصدار الأنظمة واللوائح التي تساعد على تشجيع الاستثمار ، وفتحت أسواق المال والبورصة والاقتصاد وركزت على الصناعات البديلة للمواد المستوردة ، وصناعات الأجهزة الدقيقة ، والبصرية ، والإلكترونيات وقامت بتطويرها تطويراً جيداً يتجاوز الوصف ، كي تحتكر الأسواق المحلية ، والإقليمية ، والعالمية ، وهذا هو الأسلوب الأسلم والأحسن لنقل واكتساب وتطوير التقنية .

وأما كوريا وتايوان فقد اختارتا أسلوباً مغايراً للأسلوب الياباني ، وذلك باختيار الصناعات القائمة على التقنيات الناضجة واستفادتا من الأيدي العاملة المتوفرة لديهما ، واستدرجتا رؤوس الأموال الأجنبية والتقنية المتقدمة ، وذلك بعد أن أوجدتا قاعدة تقنية متينة قامت على الصناعات البديلة للمواد المستوردة والصناعات الخفيفة وخصصتها للتصدير فقط لكي تكسب الأسواق ، وأصبحتا تهتمان بفعالية البحوث العلمية الصناعية والتطوير وتنشطهما (١٢) .

أما المكسيك ودول أمريكا الجنوبية فقد اعتمدت اعتماداً كبيراً على ثرواتها الطبيعية ( المعدنية ، والزراعية ) والكثافة السكانية ورخص الأيدي العاملة ، وهجرة العلماء الغربيين من أوروبا بعد الحرب لبناء صناعات تتلاءم مع هذه الثروات المتوفرة . غير أن هذه الدول فقدت الكثير من هذه الصناعات خصوصاً عندما بدأت الدول المتقدمة في الأونة الأخيرة من القرن العشرين بالاعتماد على المواد المصنعة بدلاً من المواد الطبيعية مثل المطاط ، والقطن ، والأخشاب ، والأحجار الكريمة .

- وهناك تطور وتنمية اقتصادية في كل من الباكستان والهند ومصر اعتمدت على كثافة الطاقات البشرية ورخصها ، ومخرجات الجامعات المحلية وبرامج التعاون المشترك ، ولكن هذا التطور أصبح محدوداً جداً لعدة أسباب أهمها :
- هجرة العلماء والمتخصصين منها .
- انخفاض المستوى المعيشي وارتفاع نسبة البطالة .
- الحد من حرية التجارة ونقل الأموال .
- عدم استقرار المناخ السياسي والاقتصادي ، وبيروقراطية أسلوب الإدارة .
- الاعتماد على وسائل النقل والفلاحة التقليدية ، وعدم الاهتمام ببناء البنية التحتية وبناتج البحث والتطوير .
- الاهتمام بمواضيع التسليح والصناعات العسكرية (١٣) .

### جهود المملكة

منذ أن بدأ موحد المملكة الملك عبدالعزيز آل سعود - طيب الله ثراه - بتأسيس الدولة : وضع لها أسساً ومبادئ سليمة مبنية على تطبيق الشريعة الإسلامية ، توفر استقرار المناخ السياسي ، وتحد من أوضاع الفوضى وثبت الأمن والأمان للمواطنين والمقيمين والزوار ، كما تم استغلال دخل الموارد الطبيعية في أعمال التنمية وبناء البنية التحتية ، فضلاً عن ذلك أجمع القائمون أن نجاح التقنية يرتكز على عدة ركائز تتمثل فيما يلي :

- نظام حديث للتعليم قادر على توفير كوادر متخصصة ملئة بمتطلبات العصر ومستويات أعلى أقل عدداً ولكن أكثر علماً ودراسة .



تخرج الكثير من الطاقات البشرية الفنية التي تتلاءم مع مجالات الصناعة القائمة عليها سابق ، وهناك الكثير والكثير من الإنجازات التي لا يمكن حصرها وتتطلب الكثير والكثير من الصفحات أو بالأحرى المجلدات .

وقد انتهجت المملكة أسلوباً جيداً في نقل التقنية مبنياً على إعداد الطاقات البشرية ، ووضع الأنظمة التي تشجع وتجذب رؤوس الأموال مثل ( الاستثمار الأجنبي ، والتوازن الاقتصادي ، وحرية التجارة والاقتصاد ، والعمل والعمال ، والتأمين الاجتماعي ... إلخ ) ، ووضعت نصب أعينها أن جميع هذه الصناعات القائمة والتي ستقوم لا تنافي ولا تخالف الشريعة الإسلامية السمحاء . كما ركزت على الاهتمام بموضوع العلوم والتقنية فقامت بإنشاء مراكز البحوث وإعداد الدراسات في بعض الوزارات مثل الزراعة ، والصحة ، والصناعة والكهرباء ، والتجارة ، والمالية ، والمعارف ، والبتروكيمياوية ، والثروة المعدنية ... إلخ ، وضمن المنشآت الصناعية الكبيرة وغيرها من الجامعات والمعاهد (١٦) . كما حرصت على دعم البحث العلمي وتنسيق وتنظيم النشاطات العلمية فأنشأت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية عام ١٣٩٧ هـ كهيئة علمية ذات شخصية اعتبارية مستقلة ملحقة إدارياً برئيس مجلس الوزراء .

### دور المدينة

تتكون مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية من معاهد بحوث متخصصة في مجالات الطاقة الشمسية ، والتقنيات والتطبيقات النووية ، والبتروكيمياويات ، والفلك والجيوفيزياء ، والفضاء ، والموارد الطبيعية والبيئية ، والحاسب والالكترونيات ، وقد تم تجهيز هذه المعاهد بأحدث المختبرات وأفضل الأجهزة العلمية الحديثة . كما أنشأت محطات رصد الزلازل ، وقياس تحركات الصفائح الأرضية بالليزر ، واستقبال الصور الفضائية ، ورصد الاهلة التي يمكن الاستفادة منها في جمع المعلومات وإجراء

مع أحدث ما توصلت إليه تقنيات الاتصالات والبيث ، ووفرت المياه إلى جميع المناطق بحفر الآبار وتحلية المياه المالحة ؛ التي تعد الآن من أكبر مشاريع العالم في مجالات التحلية ، وأوصلتها للمواطن بالإضافة إلى الكهرباء ، كما وفرت السكن وتوطين البادية بإعطاء القروض ومنح الأراضي والتركيز على وضع القرى والهجر .

وعندما زادت الكثافة السكانية ونما التعداد السكاني من ٦ إلى ١٢ مليون نسمة ، طبقاً لزيادة معدلات النمو بمعدل ٦,٤٪ ، أصبح الاكتفاء الذاتي الغذائي ضرورة ، فقامت الدولة بتوزيع الأراضي الزراعية ومنح القروض من البنك الزراعي وشجعت القطاع الخاص إما بالمشاركة معه أو بقيام الشركات الزراعية المساهمة ، وبنت صوامع الغلال واشترت المحاصيل بأسعار مرتفعة عما هو في الأسواق .

كما جلبت البذور ( قمح ، وشعير ، وذرة ) وزعتها على المزارعين بقيم رمزية . وها نحن اليوم نجد ، والله الحمد ، أن اكتفاء ذاتياً في معظم المواد الزراعية ( حبوب ، وخضروات ، وفواكه ) ، كما قامت بالتصدير إلى الدول المجاورة وأيضاً دول أوروبا وأمريكا ، واهتمت الدولة بالثروات الحيوانية والسلمكية والدواجن والصناعات القائمة على منتوجاتها ، وركزت تركيزاً جيداً على الثروات المعدنية وبالأخص البترول ومشتقاته من حيث الإنتاج ، والتكرير ، والتصدير ، والتوزيع ، والتصنيع . وبعد أن تملك الدولة شركة أرامكو بالكامل قامت ببناء صناعات عملاقة في البتروكيمياويات والأسمدة من خلال الشركة السعودية للصناعات الأساسية ( سابك ) وفق أحدث التقنيات العالمية ، ومع نخبة من الشركات الدولية التي لها دور ريادي في تلك الصناعات ، واستخدمت سابك أفضل أساليب نقل التقنية ، وهو أسلوب ( المشاريع المشتركة ) ووضعت شروطاً على المصدر تلزمه بالاستعداد بنقل التقنية إلى المملكة والموافقة على تدريب الكوادر العلمية (١٧) . وأخيراً أوجدت ضمن منشآتها كليات تقنية

- بحث علمي قادر على الابتكار والتجديد ، على تشخيص المشاكل وإيجاد الحلول لها .  
- نظام كفاء لنقل المعلومات .  
- توفر الخدمات المساندة مثل ( وسائل لنقل ، ومصادر الطاقة الوفيرة والرخيصة ، نظم اتصالات حديثة ) .  
- استثمارات مالية كافية .  
- صناعات وأنشطة ( بيوت خبرة ، وشركات تنفيذية ، أنظمة ولوائح ) .  
ولو نظرنا بإمعان وتدقيق في سياسة المملكة التي انتهجتها وجميع خطط التنمية التي أخذت في حساباتها رغبات وطموحات وقدرات الشعب السعودي لوجدنا أنها أولت الاهتمام بالتعليم وبناء الكوادر المتعلمة والمتخصصة في جميع المجالات ( الهندسية ، والآداب ، والإدارة ، والعلوم ... إلخ ) (١٨) ، وهذا واضح وضوح الشمس من خلال بناء المدارس والجامعات لكلا الطرفين من البنين والبنات حتى وصل اليوم إلى ما هو عليه :  
آلاف من المدارس ( الابتدائية والمتوسطة والثانوية ) للبنين والبنات .  
- العشرات من معاهد ومراكز التعليم الفني ( الصناعي ، والتجاري ، والزراعي ، والصحي ) .  
- الجامعات وتحتوي على مئات من الكليات والتخصصات .  
- الكليات المتوسطة والتقنية .

كما تم التركيز على الابتعاث إلى الخارج لبناء الكوادر الوطنية المتخصصة ، التي هي اليوم تخطط وتقود مسيرة ازدهار والرفق إلى الأمام مسترشدة بتوجيهات خدام الحرمين الشريفين وحكومته الرشيدة . كما وفرت وساعدت على ربط أرجاء المملكة الشاسعة بشبكات طرق حديثة ، ووسائل نقل متطورة ، فهناك العديد من المطارات الداخلية والدولية لمواكبة حركة النقل الجوي الدؤوب ( ركاب ، وشحن ) ، وأنشئت الموانئ البحرية والبرية وشبكة السكك الحديدية لتسهيل عمليات النقل التجاري ولتصدير المواد الخام . واهتمت اهتماماً كبيراً بالمواطن الذي هو رمز التقدم وفوقت المستشفيات ومراكز الرعاية ، وأوجدت نظام اتصالات حديث وبث إعلامي يتواكب

\* Yale Univ. Press 1961, P.25.

- (٣) سورة الزمر الآية رقم (٩).
- (٤) أخرجه البيهقي.
- (٥) د. يعقوب فهد العبيد " التنمية التكنولوجية مفهومها ومتطلباتها " الدار الدولية للنشر والتوزيع، القاهرة، ١٩٨٩م صفحة ٢.
- (٦) فينان محمد طاهر " مشكلة التكنولوجيا " الهيئة المصرية العامة للكتاب ١٩٨٦م، الصفحة ٨٣.
- (٧) د. محمد السيد عبدالسلام " التكنولوجيا الحديثة والتنمية الزراعية في الوطن العربي " عالم المعرفة، ربيع الآخر - جمادى الأولى ١٤٠٢هـ، صفحة ٨٤.
- (٨) د. حيدر طرابيشي " جدوى التقنية الاقتصادية للمشاريع الصناعية ومدخلها الاسلامي " دار فتية، ١٤٠٨هـ، صفحة ١٤٩.
- (٩) د. جعفر صباغ " ندوة ربط دور البحث والتطوير العلمي بالقطاع الصناعي " الإدارة الصناعية، الغرفة التجارية الصناعية بجدة، ذو القعدة ١٤١٧هـ.
- (١٠) العميد مهندس / ابراهيم بن سالم المشاري، " دور التوازن الاقتصادي في التنمية الصناعية بالملكة " المحاضرة السابعة من سلسلة محاضرات اللجنة الصناعية، الغرفة التجارية الصناعية بالرياض ١٤١٦هـ.
- (١١) د. محمد بن احمد طرابزوني ترجمة بتصرف لمؤلف ورقة عمل رقم ٠٣-٤٩ Kiep Working Paper " نقل التقنية : التجربة الكورية " معهد كوريا لقوانين الاقتصاد الدولية نوفمبر ١٩٩٤م.
- (١٢) د. محمد بن احمد طرابزوني ترجمة بتصرف لمؤلف موضوع دراسة : " نقل التقنية والتطور الصناعي في تاوان " The Journal of Tech Transfer VOL. 20 No: 2 Sept. 1995.
- (١٣) UNIDO : " International Flows of Technology (١٣) - Industry 2000 - New Perspectives - Collected Backgrounded Papers. 100 - 326/Cec.
- (١٤) " المؤشر الاحصائي " العدد العشرون، مصلحة الاحصاءات العامة - وزارة المالية والاقتصاد الوطني - الرياض - المملكة العربية السعودية ١٤١٥هـ.
- (١٥) سابق " ندوة نقل وتوطين التقنية : الوسائل والمعوقات " المؤتمر الهندسي السعودي الرابع - كلية الهندسة - جامعة الملك عبدالعزيز - جدة - المملكة العربية السعودية جمادى الثاني ١٤١٦هـ.
- (١٦) " خطة التنمية السادسة " وزارة التخطيط - المملكة العربية السعودية ١٤١٥ - ١٤٢٠هـ.

وأساليب اقتناءها وتوطينها الذي يؤدي إلى نقلها، أصبح سمة بارزة توليها الدول جل اهتمامها، وذلك لدى علاقتها الوثيقة مع عمليات وأساليب الارتقاء بحياة الشعوب وتحسين الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية والبيئية خصوصاً ونحن على مشارف القرن الواحد والعشرين.

وبناء على ما تم إنجازه أو سيتم إنجازه من خلال خطط التنمية الخمسية للمملكة العربية السعودية ونحن الآن في المراحل الأولى من الخطة السادسة (١٤١٥ - ١٤٢٠هـ)، يجب أن تنصب نتائج الخطة على:

- ١ - وضع استراتيجيات وخطط وأهداف مرتبطة بممارسة نقل وتوطين التقنية بدلاً من استيراد منتجات التقنية.
- ٢ - تكريس الموارد واستخدامها بأسلوب علمي دقيق يؤدي في النهاية إلى تحقيق الأهداف.
- ٣ - الربط والمشاركة الفعلية بين مراكز البحث، والتطوير العلمي، ومؤسسات، وشركات، ومصانع القطاع العام أو الخاص.
- وذلك ليتم بناء التنمية الاقتصادية التي توفر الرفاهية والازدهار والمعتمدة على الاستفادة من ما يلي:-
- ١ - البنية التحتية التي وفرها القطاع العام.
- ٢ - اختيار التقنيات الملائمة.
- ٣ - الاهتمام بالطاقات البشرية وتدريبها.
- ٤ - الحصول على المعلومات قبل اتخاذ القرار.
- ٥ - وضع الأنظمة واللوائح التي تشجع على الاستثمار وحماية الحقوق وحسن المتابعة والمراقبة.
- ٦ - إعادة النظر في بناء البنية التحتية وإعطاء القطاع الخاص الفرصة للمشاركة والتنفيذ.
- ٧ - الاهتمام بالبحث وزيادة الانفاق في تنفيذه، والتركيز على توحيد لغة التقنية.
- ٨ - توفير الخدمات المساندة وتسهيل الأمور الإدارية والتنظيمية.

## \* المراجع

- (١) سورة العلق الآيات رقم (١ - ٥).
- (٢) James B. Conant " Science and Common Sense

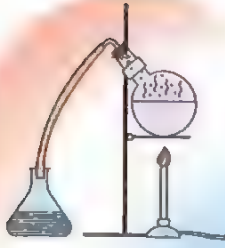
البحوث العلمية التطبيقية التطويرية وتنفيذ ومتابعة النشاطات المختلفة التي تعتمد على عمليات الحصول على المعلومات وكيفية الاستفادة منها.

وحيث أن نقل التقنية أحد أهم أهداف المدينة، فإن هناك الإدارات العلمية المتخصصة التي تدعم وتساهم وتشجع على تنفيذ البحث العلمي للأغراض التطبيقية، وتضع الأنظمة واقتراحات الأولويات والسياسات الوطنية العلمية والبحثية في المملكة، وهذه الإدارات هي: برامج المنح، والتخطيط والمتابعة، والمعلومات، وهناك الإدارة العامة لبراءات الاختراع التي تتعلق باقتناء قاعدة معلومات عن معظم البراءات العالمية، ويتطبيق لوائح نظام براءات الاختراع السعودي على نتائج البحوث العلمية، وبموجب المبتكرين والمبدعين شهادات براءات الاختراع، كما أن من أهداف المدينة تطوير الطاقات العلمية المتخصصة في المجالات التقنية الحديثة عن طريق التدريب والابتعاث للدراسات العليا، وكذلك التعاون الدولي بين المملكة والجهات العلمية والبحوث الخارجية، وهذا يعد من أفضل أساليب تعزيز القدرة الوطنية على نقل التقنية واستيعابها، وأخيراً قامت المدينة بوضع قواعد سلوكيات للتعاون الدولي، ونقل التقنية، وتمشياً مع سياسة المملكة المبنية على تشجيع الصناعات الوطنية وتلبية لاحتياجات السوق قامت إدارة التقنية بشراء قواعد معلومات تتعلق بالتقنيات الصناعية المتخصصة التي تحتوي على معلومات عن بدائل التقنية ومصادرهما ومن يمتلكها ومدى تطورها. كما تعطي وصفاً تحليلياً عن كيفية استعمال التقنية ومجالاتها وقابليتها للترخيص، وهذه القواعد العلمية المتخصصة تزيد من قوة المركز التفاوضي عند إبرام العقود، وتتيح أفضل الاحتمالات في عمليات اختيار البديل الملائم من النواحي الفنية والاقتصادية والبيئية.

## خاتمة

إن التقنية في المجالات المختلفة





# دعم البحث العلمي

د. عبدالله بن أحمد الرشيد

وهناك عوامل عديدة للاستفادة من التقنية المستوردة لأي بلد ، إلا أن البحث العلمي يلعب الدور الأهم في توطيد هذه التقنية والاستفادة القصوى منها في النمو الاقتصادي للبلد (٢).

وأياً كان نوع النشاط البحثي في مجال العلوم والتقنية ، أياً كان توجهه ، فينبغي أن نذكر الارتباط العضوي المباشر بينه وبين المؤسسات التعليمية ، والجامعية بالتحديد ؛ ذلك لأن هذه المؤسسات من مهامها الريادة في نشر المعارف الجديدة ، وبالتالي فإن الجهد الذي يبذل في اكتساب تلك المعارف ، أي البحث العلمي بعبارة أخرى ، عادة ما يكون من أساسيات النمو والتطور في تلك المؤسسات . وتساعد البيئة العلمية في الجامعات ، مثل العلماء والمختبرات وتوفير المعلومات العلمية ، في نجاح تلك الجامعات في أداء مهامها في هذا المجال ، وتظل الجامعة الحديثة حية وفعالة طالما كانت نشطة في مجال البحث العلمي ، تؤثر فيه وتتأثر به . ولا يخفى على أحد أثر وجود الجامعات الناجحة في عملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية ، متمثلة ذلك الأثر في تنمية القوى العاملة العاملة ، وتوعية علمية للمجتمع . من أجل ذلك ، صار لزاماً على كل دولة تخطط لنهضة اقتصادية واجتماعية أن تولي البحث العلمي الاهتمام اللازم ، وأن ترصد لدعمه ما يتطلبه من امكانيات .

## وسائل دعم البحث العلمي

ينبغي أن تبدأ منظومة دعم البحث العلمي بإعداد المجتمع ليكون بيئة صالحة لتربية العلماء وتشجيعهم والتفاعل مع إنتاجهم ، ويتم ذلك أولاً في مجال التعليم وثانياً في مجال توعية المجتمع . ففي المدرسة ، وابتداءً من المراحل الأولى للتعليم ، يمكن زرع نواة التفكير العلمي وتشجيع

لعله من البديهي في وقتنا الراهن القول إن هناك علاقة وطيدة بين مجال العلوم التقنية في أي بلد والتنمية الاقتصادية والاجتماعية في ذلك البلد ، وقد نال موضوع ارتباط التطور الاقتصادي بالتطور التقني اهتمام العديد من الباحثين من أمثال وبرت سولو (Robert Solo) ، الحائز علي جائزة نوبل ، وغيره .

النظري الذي يمارس أصلاً من أجل اكتساب معارف جديدة عن الأسس التي تقوم عليها الظواهر والوقائع المشاهدة دون استهداف أي تطبيق خاص أو معين ، بينما يرمي البحث التطبيقي في المقام الأول إلى تطبيق الأسس العلمية على مشكلة معينة .

كما يمكن القول أن البحث العلمي والنشاط التطويري يمهدان السبيل للتطبيقات العملية بما يقدمانه من مبادئ أساسية وبما يضعانه من تطبيقات جديدة . أما تحويل النتائج الفعلية إلى استخدامات عملية فلا يقع تحت دائرة البحث العلمي والتطوير ، بل هو تطبيق عملي لا يرجى من ورائه الحصول على معرفة علمية أو تقنية جديدة .

وتختلف أهداف البحث العلمي باختلاف توجهاته ، فالهدف الأساسي من البحث العلمي في المجال الصناعي مثلاً هو تحقيق أكبر قدر ممكن من الربح من خلال استغلال النتائج . لذا ، ينبغي أن تقدر هذه النتائج بشكل مباشر لمنتجات أو خدمات يمكن بيعها بعائد مربح ، من جانب آخر تهدف الجهات الحكومية من البحث العلمي إلى تحسين وتطوير النظم القائمة ، مثال ذلك في مجالات التنمية أو التسليح ، أو إيجاد نظم جديدة (٥) .

وفي كثير من الأحيان تلجأ الدول النامية إلى نقل التقنيات المتطورة من الدول الصناعية لمعالجة الفجوة التقنية بينها وبين الدول المتقدمة تقنياً ، ولعل أفضل مثال على الاستفادة من نقل التقنية بين الدول هو ما نهجته اليابان في بداية نموها التقني ،

وقد كان الاستنتاج الرئيسي لدراسات هؤلاء الباحثين أن أكثر من نصف النمو لمطرود الذي اتصف به دخل الفرد الأمريكي عزي تاريخياً للتطور التقني في تلك البلاد ، أن إجمالي العائد الإقتصادي من استثمار في مجال البحث والتطوير يفوق لعائد من الاستثمار في المجالات الأخرى عدة مرات (١) . واستنتج آخرون أن حوالي خمس الدخل القومي لليابان بين ١٩٥٠م و ١٩٧٠م مرده إلى التطور التقني (٢) . جدير بالذكر أن هذه الفترة شهدت ذاية التطور التقني المتسارع في اليابان .

وقد ظهر في منتصف هذا القرن فرع اقتصادي جديد باسم "اقتصاديات العلوم والتقنية" ، يعالج أسس ومتطلبات الاستفادة من البحث العلمي والتطوير لتقني في مجال التنمية ، منذ ذلك الحين صار للتعبيرين "العلوم والتقنية (Science and Technology - S&T)" ، والبحث والتطوير (Research and Development - R&D) موجودان في الدراسات والأبحاث المتعلقة بالتنمية باعتبارهما من لعناصر الأساسية للإنتاج (٣) ، وفي حقيقة إن البعض يعد البحث والتطوير مركزاً للنشاط العلمي والتقني الذي تتطلبه عملية التنمية ، وتقاس أهمية الأنشطة لعلمية والتقنية الأخرى بقدر علاقتها بالبحث والتطوير (٤) .

إن المقصود من البحث العلمي هو أي نشاط منظم إبداعي يهدف إلى زيادة لمعرفة العلمية وطرق الاستفادة منها ، والبحث العلمي قد يكون أساسياً أو تطبيقياً ، فالبحث الأساسي هو النشاط التجريبي أو

الدول	نسبة الإنفاق على الدخل المحلي (%)	قيمة الإنفاق (ملايين الدولارات)
السويد	٣,٠٨	٤٤٤٠
اليابان	٢,٨٠	٦٨٤٤٤
ألمانيا	٢,٧٥	٣٦٣٢٢
أمريكا	٢,٦٢	١٥٨٤٥٢
فرنسا	٢,٣٥	٢٥١٢٢
فنلندا	٢,١٨	١٦٠١
كوريا	٢,١٥	٨٠٨٦
تايوان	٢,١٣	٤٨٢٨
بريطانيا	٢,١٢	٢٠٠٢٠
النرويج	١,٨٩	١٤٣٦
هولندا	١,٨٦	٤٧٩٦
بلجيكا	١,٨٠	٣٢٨٠
الدنمارك	١,٨٠	١٦٤٤
أستراليا	١,٥٨	٤٦٥٦
النمسا	١,٥٤	٢١٣٩
كندا	١,٤٩	٨١٦٦
إيطاليا	١,٣٩	١٤٠٠١
إيرلندا	١,١٤	٤٨٩
إسبانيا	٠,٨٥	٤٢٧٦
البرتغال	٠,٧٧	٧٣٨
اليونان	٠,٥٢	٤٤٥

جدول (١) إنفاق دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) وكوريا والصين على البحث والتطوير عام ١٩٩٢ م.

التي يمكن أن تحل في مجملها بزيادة التمويل، والسعي لوضع خطة لإيجاد الحل من خلال عدة قنوات وبمختلف المستويات، الذي يتلخص في رفع الإنفاق على البحث العلمي إلى ١,٥٪ في عام ٢٠٠٠ م. (٩)

وإذا نظرنا للدول العربية بشكل عام نجد أن الإنفاق على البحث العلمي يتراوح ما بين لا شيء إلى ٠,٨٣٪ في منتصف السبعينيات وبين ٠,٠٣٪ إلى ١,١٠٪ في منتصف الثمانينيات (١٠). فإذا اعتبرنا الإنفاق على البحث العلمي مؤشراً عاماً للوعي بأهمية تنمية الطاقات العلمية والتقنية الوطنية، نجد أن البلاد العربية ما زالت تحتاج لجهد مكثف في هذا المجال لترقى لمصاف الدول المتقدمة (٣).

وينبغي أن نذكر هنا أنه حتى لو رفع مستوى الإنفاق على البحث العلمي في الدول النامية فإن الاستغلال الأمثل لهذه

الإنتاجية، في دعمه. وقد اعتبرت "اليونسكو" نسبة الإنفاق على البحث العلمي والتطوير أحد المؤشرات الهامة لقياس مستوى التقدم العلمي والتقني لأي دولة معينة (٦).

وقد ارتفع الإنفاق على البحث العلمي والتطوير في معظم الدول الصناعية منذ الحرب العالمية الثانية، بمعدلات تفوق معدلات نمو الناتج القومي الإجمالي. وقد خصصت هذه الدول منذ السبعينيات نسباً تتراوح بين ١٪ و ٣٪ من دخلها القومي الإجمالي لأغراض البحث والتطوير (٣). ففي الولايات المتحدة، مثلاً، بلغت الأموال المخصصة للبحث العلمي ٤٣ بليون دولار أمريكي عام ١٩٨٣ م، في حين كان إنفاقها أقل من ٥٠ مليون دولار لنفس الغرض في عام ١٩٢٨ م، وكان أقل من خمسة ملايين في بداية القرن، وفي بريطانيا صرفت الحكومة أكثر من ٢ بليون جنيه عام ١٩٨١ م على البحث العلمي، في حين لم يتعد صرفها ثلاثة ملايين عام ١٩٣٧ م. وكذلك الحال بالنسبة لألمانيا واليابان اللتين قفزت نسبة الإنفاق فيهما على البحث العلمي من ٢٪ تقريباً في السبعينيات إلى حوالي ٣٪ في عام ١٩٩٠ م (٧). ويوضح الجدول (١) نسبة الإنفاق على البحث والتطوير عام ١٩٩٥ م في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (٨).

وفي بلد كإسرائيل، حيث يعيش ١,٢ بليون نسمة (حوالي ربع سكان العالم) على ٧٪ فقط من الأراضي الصالحة للزراعة في العالم، يتوقع أن تكون هناك تحديات ظاهرة في مجال التنمية. وقد زاد من هذه التحديات انخفاض الإنفاق على البحث والتطوير، إذ بلغ إنفاق الدولة على مجال العلوم والتقنية بكامله حوالي ٠,٦٪ من إجمالي الناتج المحلي. ولكن هناك صفتان تميزان نشاط البحث العلمي في الصين، وأولاهما التصدي للتحديات الآتية للبحث العلمي المتمثلة في المساهمة الجادة في حل المشاكل الاستراتيجية الهامة لتنمية الدولة، مثل توفير الغذاء والسكن والنقل والتعليم والرعاية الصحية للشعب الصيني من جهة، وتحسين البنية التحتية للعلوم والتقنية من جهة أخرى. أما الصفة الثانية فهي تلمس المشاكل المتعلقة بالبحث العلمي،

الثقافة العلمية، ولحث المجتمع ككل للسير في نفس الاتجاه ينبغي أن توفر له الثقافة العلمية بشتى السبل، كالنشر ووسائل الإعلام والمكتبات والمتاحف العلمية.

ثم ينبغي أن توفر للباحث كافة احتياجاته المادية ليتمكن من القيام بما يرغب من البحث، ويمكن أن تتكون هذه الاحتياجات من الدعم المالي المباشر الذي يستخدم في توفير مستلزمات البحث من معدات ومواد ورحلات علمية ورواتب للفنيين ومكافآت للباحثين، كما يمكن أن تكون في شكل الاستفادة من تسهيلات مؤسسية قائمة كالمختبرات والحاسب الآلي والمكتبات وأوعية المعلومات الأخرى.

ومن سبل دعم البحث العلمي توفير أداة لتقييم الإنتاج العلمي للباحث في كل مراحله، إذ يهتم الباحث أن يتأكد من سداد فكرته وعدم خروجها عما تعارف عليه المجتمع العلمي، كما يهتم أيضاً - عندما يبدأ العمل - أن يكون تقدمه في البحث في المسار الصحيح، وهناك طرق عديدة لتقييم أعمال البحث العلمي، أشهرها ما يسمى بطريقة "تقييم النظراء أو تقييم النظير" (Peer Review)، وهي مستخدمة في العديد من مؤسسات البحث العلمي في جميع أنحاء العالم، وتعتمد هذه الطريقة، ببساطة، على دراسة مجموعة مختارة من العلماء المتخصصين في مجال البحث، لما يقدمه الباحث من عمل، وتقييم ذلك من خلال إطار محدد مسبقاً.

ويشكل نشر نتائج البحوث العلمية، تمهيداً للاستفادة منها، عنصراً هاماً من عناصر دعم البحث العلمي. فمن خلال ذلك يتعرف المجتمع على إنتاج الباحث، وينال الباحث التقدير الاجتماعي اللائق، الذي يعمل على حفزه ودفعه للمزيد من التقدم، كما يجب حفظ حقه عند النشر أو التوصل إلى براءة اختراع.

### الإنفاق على البحث العلمي

مما سبق يتضح أن بنود دعم البحث العلمي تحتاج لدعم مالي تخصصه الدولة وتلتزم به في خططها التنموية المختلفة. وكثيراً ما تشارك الجهات الأخرى المستفيدة من البحث العلمي، كالقطاع



الدولة	الصناعة	الحكومة	جهات وطنية	مصادر أجنبية	نسبة %
اليابان	٧٢,٧	١٨,٢	٩,١	٠,١	١٠٠
ألمانيا	٥٩,٩	٢٧,٠	٠,٥	٢,٥	١٠٠
أمريكا	٥٠,٥	٤٧,٠	٢,٥	-	١٠٠
إسرائيل	٤٧,٠	٤٧,٠	٥,٠	١,٠	١٠٠
تركيا	٢٨,٠	٧٠,٩	٠,٩	٠,٢	١٠٠
الدول العربية	٠,٩	٩٩,٠	-	٠,١	١٠٠

المصدر (١٢) جدول (٢) دعم البحث العلمي حسب المؤسسات (%) عام ١٩٩٢ م.

المناطق بها نشر الوعي العلمي بين أفراد المجتمع ، والمساهمة في خلق قاعدة علمية عريضة ، ويتضمن نشاطها إعداد الخطط والأنشطة المختلفة المتعلقة بإيجاد الوسائل المناسبة للقيام بمهامها ، كما تتولى إعداد وتنظيم المحاضرات العلمية العامة والمختصة وإصدار المجلات والنشرات والكتب العلمية .

#### ● الإدارة العامة لبرامج المنح :

وهي الإدارة التي تتولى الإشراف على الدعم المادي المباشر للبحث العلمي في الجامعات ومراكز البحوث الأخرى . وهي تعد الركيزة الأساسية في التوجيه والإشراف على البحوث العلمية والتطبيقية ، التي تشمل العديد من البرامج ، مثل :

١- برنامج المنح السنوية : الذي يتم من

الكبرى ليصل إلى ٩٩٪ في الدول العربية ، جدول (٢) .

#### الانفاق على البحث العلمي في المملكة

الانفاق على البحث العلمي بالمملكة لا يختلف كثيراً عن بقية الدول العربية فيما يختص بقيام الدولة بالعبء الأكبر في دعم البحث العلمي ، ويتم ذلك عادة من خلال مدينة الملكة عبدالعزيز للعلوم والتقنية ، التي يشكل دعم وتشجيع البحث العلمي للأغراض التطبيقية أحد أهم أهدافها . ويتكون جهاز دعم البحث العلمي من عدة إدارات متخصصة (١٣) ، هي :

● الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر : وكما يبدو من اسم هذه الإدارة ، فهي

أموال يرتبط بشكل مباشر بوجود البنية الأساسية المتطورة للمجتمع في المجالين صناعي والزراعي لاستيعاب نتائج البحث العلمي (١٠) . وقد يثير هذا تساؤلاً عما إذا كان يفترض تطوير البنية الأساسية في دول النامية قبل التحدث عن زيادة الإنفاق شكل عام ، أم أنه من الأفضل التحدث عن زيادة الإنفاق في البحث العلمي الموجه نحو تطوير البنية الأساسية للمجتمع .

#### دعم القطاع العام والخاص

تتخصص مسؤولية الدولة في مجال دعم بحث العلمي في الغالب في وضع الخطط السياسات التي يتم بها توجيه النشاط العلمي لمصلحة المجتمع ، والتي تحدد طرق الاستفادة من تطوير العلوم والتقنية .

وبالرغم من المفهوم السائد في الدول صناعية من أن الدعم المادي للبحث العلمي آتي تقليدياً من القطاع الخاص ، إلا أن حكومات تسعى أحياناً للتدخل بالدعم لادى ، وذلك لأسباب عدة منها ، عدم قدرة الشركات الخاصة على توظيف نتائج البحث العلمي أو التغيير التقني ، المستوى الذي يجعلها تشجع للاستثمار في المشاريع ذات العائد الاجتماعي ، أو لشاريع التي لا تتفاعل إيجابياً مع مؤشرات السوق (١١) ، كما في مجالات تنمية والتسليح التي تكون مسؤولية دولة فيها مباشرة .

وقد تدعم الدولة حالات أخرى للبحث علمي الموجه نحو الصناعة لو رأت في ذلك مصلحة قومية عليا تتطلب تدخلها ، مثل بحث على أو تشجيع التوجه لنوع معين من صناعة ، وفي كثير من الحالات يكون لدعم المادي الحكومي مقارباً للدعم المادي من القطاع الخاص .

ولكن هذا الوضع ليس عاماً بالنسبة لدول الصناعة الأخرى . ففي اليابان مثلاً ، مدوة البلاد النامية في التنمية ، يتم الجزء لأعظم من تمويل البحث العلمي من القطاع لخاص . وبشكل عام ، فإن نسبة كبيرة من ميزانية دعم البحث العلمي تأتي من القطاع لخاص في معظم الدول الصناعية الكبرى ، في المقابل يزداد مستوى الدعم الحكومي كلما ابتعدنا من محور الدول الصناعية

البرنامج	عدد المشاريع المقدمة	عدد المشاريع المدعومة	النسبة المئوية للدعم	التكلفة (مليون ريال)
الأول	٧٩	٣١	٣٩	١٠,٨
الثاني	٦٠	١٩	٣٢	١٢,٤
الثالث	١٠١	١٥	١٥	١٥,٩
الرابع	٧٧	٣٣	٤٣	٣٧,٢
الخامس	١٧٠	٣٥	٢١	٤٣,٦
السادس	١٧٠	٣٥	٢١	٣٦,٥
السابع	١٩٤	٢٩	١٥	١٧,٥
الثامن	١٥٤	١١	٧	٨,٢
التاسع	٦٩	٢٥	٣٦	٢١,٢
العاشر	٩٧	٢١	٢٢	١٨,٨
الحادي عشر	٨٦	١٥	١٧	١٢,٨
الثاني عشر	٧٧	٢١	٢٩	١٤
الثالث عشر	٦٩	٢١	٣٢	١٣,٦
الرابع عشر	٧٦	٢٤	٣٢	٢٤,٤
الخامس عشر	١٠١	٢٣	٢٣	٢٦,١
السادس عشر	١١٨	٢٧	٢٣	٢١,٣
المجموع	١٦٩٨	٢٨٥	٢٣,٠٠	٣٣٤,٣

جدول (٣) توزيع مشاريع الأبحاث المدعومة في برنامج المنح السنوي من البرنامج الأول وحتى السادس عشر حسب البرنامج وعدد الأبحاث المقدمة والمدعومة

الميزانية الاجمالية (ريال)	عدد البحوث المدعومة حسب المجال								الجهة	العدد الكلي
	مصادر مياه	ثروات طبيعية	علوم	طب	بتروكيماويات	هندسة	تلوث	زراعة		
١٢٠,٤٧٦,٧٢٧	٤	٤	٦	٢٩	٣	٢٨	٣	٢٤	١٢١	جامعة الملك سعود
٦٧,١٣١,٦٠٧	٤	٦	٤	٢٢	-	٢٠	٩	٤	٧٩	جامعة الملك عبدالعزيز
٥٧,٥٢٧,٢٦٢	-	-	١	١٢	-	٧	-	٤٤	٦٥	جامعة الملك فيصل
٥٤,٤٨١,٥٥٧	٥	١	٦	-	١٨	٤٩	٦	١	٨٦	جامعة الملك فهد للبترول والمعادن
٢,٣٤٤,١٠٣	-	-	١	١	١	-	-	-	٣	جامعة أم القرى
٧٦,٩٠٠	-	-	١	-	-	-	-	-	١	جامعة الإمام محمد بن سعود
٣٢,١٣٥,٥٩٩	١	٢	٥	٩	١	٩	-	٣	٣٠	جهات أخرى
	١٤	١٢	٢٣	٨٥	٢٢	١٢٢	١٨	٧٦	٢٨٥	المجموع الكلي
	%٣,٦٤	%٢,٢٨	%٥,٩٧	%٢٢,٠٨	%٥,٩٧	%٣٤,٥٥	%٤,٦٨	%١٩,٧٤		النسبة
٢٣٤,١٧٢,٧٦٥	١٢,٨٥,٠٠٦	١٢,٠٠٨,٥٢٦	١٦,٠٨٤,٨٠٥	١٠١,١٧٤,١٧٨	١٥,٦٩٤,٥٥٦	٩٠,٥٠٢,٩٩٩	١١,٥١٩,٦١٠	٧٦,١٠٤,٠٧٥		الميزانية الاجمالية لكل مجال
	%٢,٩٢	%٣,٥٩	%٤,٨١	%٣٠,٢٨	%٤,٧٠	%٢٧,٠٨	%٣,٤٥	%٢٢,٨		النسبة

جدول (٤) الأبحاث المدعومة ضمن برنامج المنح السنوي من ١٩٧٩م حتى ١٩٩٦م حسب المجال العلمي والجهة المستفيدة .

ابتدائه حتى البرنامج السادس عشر ، وحجم الدعم المادي المباشر لتلك البرامج . كما يوضح الجدول (٤) المجالات العلمية التي تناولتها البحوث العلمية في هذا البرامج والجهات المستفيدة من الدعم . أما الجدولين (٦,٥) فيوضحان حجم الدعم لبرنامج المنح الصغيرة ، وبرنامج منح طلبة الدراسات العليا على التوالي .

#### ● الإدارة العامة للمعلومات

توفر المدينة ، من خلال هذه الإدارة ، المعلومات المطلوبة للباحثين والهيئات العلمية بالمملكة . وتضم اربع إدارات هي :  
١ - إدارة قواعد المعلومات : مسؤولة عن تطوير أوعية المعلومات الخاصة بالمملكة ؛ وتطوير بنك للمصطلحات العلمية .

ويعنى بتدعيم بحوث ودراسات طلاب وطالبات الدراسات العليا في المجالات الطبية ، والهندسية ، والزراعية ، والمجالات العلمية الأخرى ، بغرض تشجيع البحث العلمي على هذا المستوى ، والعمل على إثراء مجتمع الباحثين بالكوادر العلمية الشابة .

وهناك برامج أخرى ، مثل برنامج المنح الوطنية الذي يتناول بحوثاً ذات صبغة خاصة ، وبرنامج بحوث العلوم الإنسانية ، وبرامج أخرى مشابهة تحت الإعداد .

لإعطاء القارئ فكرة عن حجم العمل في مجال الدعم المباشر للبحث العلمي بالجامعات ومراكز البحوث الأخرى ، يبين الجدول (٣) عدد البحوث التي دعمت في برنامج المنح السنوية منذ

خلاله تدعيم البحوث التطبيقية في المجالات الهندسية ، والطبية ، والزراعية ، والبتروكيماوية وغيرها من المجالات . ويهدف هذا البرنامج إلى دراسة المشكلات التي تواجه خطط التنمية ، كما يعد أداة هامة في تطوير وتنمية الكفاءات العلمية الوطنية بالجامعات ، ومراكز البحوث ، وتجهيز هذه الجامعات ، والمراكز بالمقومات الأساسية للبحث العلمي من مختبرات ، ومعدات ، ومواد . وقد بدأ العمل في هذا البرنامج عام ١٣٩٩هـ .

٢ - برنامج المنح الصغيرة : وهو برنامج سنوي بدأ العمل به مؤخراً لتدعيم البحوث الصغيرة ، والتي لا تزيد مدة تنفيذها عن سنة واحدة ، ولا تتطلب مبالغ مالية كبيرة .  
٣ - برنامج منح طلبة الدراسات العليا :

الميزانية الاجمالية	عدد البحوث المدعومة حسب المجال								الجهة	العدد الكلي
	مصادر مياه	ثروات طبيعية	علوم	طب	بتروكيماويات	هندسة	تلوث	زراعة		
٣,٠٧٢,٧٢٥	-	-	٦	١٨	-	٨	-	٦	٣٨	جامعة الملك سعود
١,٢٢٧,٦٩١	-	-	٦	٤	-	٥	-	١	١٦	جامعة الملك عبدالعزيز
٣٠٤,٠٠٠	-	-	١	٢	-	١	-	-	٤	جامعة الملك فيصل
١٩٤,٠٠٠	-	-	٢	-	-	-	-	-	٢	جامعة الملك فهد للبترول والمعادن
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	جامعة أم القرى
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	جامعة الإمام محمد بن سعود
٦١٥,٧٦٠	٢	-	-	٧	-	-	-	-	٩	جهات أخرى
	٢	-	١٥	٢١	-	١٤	-	٧	٦٩	المجموع الكلي
	%٢,٩٠	-	%٢١,٧٤	%٤٤,٩٣	-	%٢٠,٢٩	-	%١٠,١٤		النسبة
٥,٤١٤,١٧٦	١٧٢,٧٦٠	-	١,٢٦٦,٧٢٥	٢,١٩٧,٧٦٦	-	١,١٨٥,٥٢٥	-	٥٩١,٤٠٠		الميزانية الإجمالية لكل مجال
	%٢,١٩	-	%٢٣,٤٠	%٤٠,٥٩	-	%٢١,٩	-	%١٠,٩		النسبة

جدول (٥) البحوث ضمن برنامج المنح الصغيرة



الميزانية الاجمالية	عدد البحوث المدعومة حسب المجال							الجهة	العدد الكلي
	زراعة	تلوث	هندسة	طب	علوم	ثروات طبيعية	مصادر مياه		
١,٤	١٥	١	٦	١٢	١٢	٠	٠	جامعة الملك سعود	٤٦
٠,٦	١٠	٢	٦	١	٦	٢	٢	جامعة الملك عبدالعزيز	٣٩
٠,٤	١١	٠	٠	١	٠	٠	٠	جامعة الملك فيصل	١٢
٢,٤	٣٦	٣	١٢	١٤	١٨	٢	٢	المجموع الكلي	٨٧
٢,٤	١,٠٣	٠,٠٩	٠,٣	٠,٤	٠,٠٤	٠,٥	٠,٠١	الميزانية الاجمالية لكل مجال (مليون ريال)	

جدول (١) دعم البحوث ضمن برنامج منح بحوث طلبة الدراسات العليا حسب المجالات العلمية والجهات المستفيدة

5. Kargar, D. : "Non-Technical Consideration in Applied Research, Development, and Engineering Project Selection". Conf., ASME, Miami, U. S. A., Nov. 1985 .

٦ - الطوخي ، عبدالنبي اسماعيل : " أهمية التكامل الخليجي في تطوير سياسات البحوث والتطور التقني " . ندوة التكامل الإقتصادي لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية .

٧ - بدران ، عبدالحكيم : " تشجيع البحث العلمي " . مكتب التربية العربي لدول الخليج ، الرياض ، ١٩٩٠ م .

8. Yang Lim and Han Song : "An International comparative Study of Basic Scientific research Capacity : OECD Countries, Taiwan and Korea". Technological Forecasting and Social Change, 52. pp. 75-94., 1996.

9. Zhu Lilan , : "The role of Chinese Science and Technology in Economic Development" Science, /vol. 270, 17 Nov. 1995 .

١٠ - الراوي ، ناجح : " الإستراتيجية العلمية للباحثين في أجهزة البحث العلمي : تجربة ميدانية " . وقائع الحلقة الدراسية النقاشية : تنمية القيادات الإدارية في أجهزة البحث العلمي العربية ، الأردن ، أكتوبر ١٩٩١ م .

11. Hollman, I. et. al. : "Government and the Innovation Process". Reading in the Managment of Innovation, ed. Tushman, M. and W. Moor. Pitman, 1982 .

١٢ - الخليفة ، ناصر ومحمد المجذوب عبدالله : " دور مراكز البحث العلمي في تطوير القطاع الصناعي بالملكة " . ندوة ربط دور البحث والتطوير العلمي بالقطاع الصناعي ، الغرف التجارية الصناعية ، جدة ١٤١٧ هـ .  
١٣ - الرشيد ، عبدالله وعبدالرحمن العبدالعالي : " أسلوب دعم ومتابعة تنفيذ البحوث العلمية بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية " . ندوة تنظيم وإدارة تقييم أنظمة الأبحاث العلمية التطبيقية والتكنولوجية في الجامعات العربية ، اليونسكو وجامعة الخليج ، البحرين ، ١٤١٧ هـ .

الأخرى اللازمة لإنجاز بحوثهم بالنجاح المنشود ، مثل التقييم العلمي لأعمالهم العلمية ونشر إنتاجهم العلمي ليكون في متناول المجتمع العلمي والمستفيدين ككل . وتتم هذه الخدمات بواسطة الإدارة العامة لبرامج المنح ، التي قامت بطباعة أكثر من سبعين كتاباً تحتوي على نتائج بحوث علمية تم إنجازها .

كما يوجد في المدينة سبعة معاهد بحث متخصصة في المجالات التالية :

- ١ - معهد بحوث الفلك والجيوفيزياء
  - ٢ - معهد بحوث الحاسب والإلكترونيات
  - ٣ - معهد بحوث الطاقة
  - ٤ - معهد بحوث الطاقة الذرية
  - ٥ - معهد البترول والصناعات البتروكيميائية
  - ٦ - معهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئة
  - ٧ - معهد بحوث علوم الفضاء
- حيث تقوم المدينة من خلال هذه المعاهد برامج ومشاريع بحثية تطبيقية ذات طابع وطني لخدمة القطاعات المختلفة في الدولة .

## المراجع

1. Cohen, L. and R. Noll; "Privatizing Public Research". Scientific American, Sept. 1994 .
2. Peck, M. and A. Goto : "Technology and Economic Growth : The case of Japan". readings in the Management of Innovation, Ed., M. Tushman and W. Moore, Pitman, 1982.
- ٣ - الشيشيني، نادية مصطفى : " التصنيع وتكوين القواعد التكنولوجية في الدول العربية : دراسة مقارنة " الكويت ، ١٩٨٦ م .
4. "Strengthening Research and Development Capacity and Linkages with the Production Sectors in Countries of the ESCWA Region" E/ESCWA/NR/87/23, UN. Dec. 1987 .

١ - إدارة خدمات المعلومات : يمكن الحصول عن طريقها على أحدث المعلومات في مختلف المجالات العلمية والتقنية على نطاق العالم .  
٣ - إدارة الحاسب الآلي : وهي عصب لإدارة العامة للمعلومات .

٤ - إدارة الشبكة الوطنية : مسؤولة عن شبكة الخليج ، والتي تتصل المدينة من خلالها بالشبكات العالمية التي تتيح لباحثين في مختلف جامعات المملكة لإتصال بالباحثين والهيئات العلمية في جميع أنحاء العالم لمناقشة المواضيع العلمية ، الاهتمام المشترك وللإلمام بما يستجد من معلومات في مجالات تخصصهم .

● الإدارة العامة لبراءة الاختراع توفر هذه الإدارة الحماية الكاملة لإختراعات داخل المملكة ، وذلك بمنح براءات الاختراع وتسجيلها ، وتقديم لخدمات الاعلامية الخاصة بتلك البراءات ، مما يساهم في دعم الروح الإبداعية بين لباحثين بالملكة ، وتحفظ الإدارة بوثائق براءات الاختراع الأمريكية والبريطانية التي تجاوز مجموعها مليوناً وثلاثمائة ألف وثيقة .

● إدارة التخطيط والمتابعة وهي الإدارة المسؤولة عن الخطة الوطنية للعلوم والتقنية والخطط الخمسية والتشغيلية للمدينة .

● إدارة التقنية تتولى وضع الأنظمة واللوائح المنظمة لعمليات نقل التقنية وتوفير المعلومات والإحصائيات عن التقنيات المطلوبة والبديلة .

● التعاون الدولي وتختص بموضوع التعاون بين المملكة والدول الأخرى في المجالات العلمية والتقنية ذات العلاقة بنشاط المدينة . ومع ما تقدمه هذه الإدارات لدعم البحث العلمي ، توفر المدينة للباحثين الخدمات

# تنفيذ البحث العلمي

د. محمد بن إبراهيم السويل

يُعرّف العلم بأنه النشاط الإنساني الموجه لدراسة ، وفهم ، وتفسير الظواهر المختلفة في الكون . وقد زود العلم الإنسان بقدرات هائلة أمانته على تصريف أمور حياته ، كما حث الخالق سبحانه وتعالى الإنسان على التأمل ، والتفكير ، وطلب العلم ، والمعرفة ، فجعله فريضة ، كما ورد في الحديث الشريف : " طلب العلم فريضة على كل مسلم " .

اتساعاً ومعها الفوارق الاقتصادية ، وتجد دول العالم النامي نفسها في دوامة ، لذلك لا بد لهذه الدول من أن تتوجه إلى مؤسساتها البحثية والعلمية للنظر في حلول لمشاكلها الفنية ، ولتطوير تقنيات تركز على الاستفادة القصوى من خصوصيات تلك الدول ومن الموارد الطبيعية والبشرية لها ، ثم تبني على تلك التقنيات صناعات وخدمات لها ميزات تنافسية وعوائد إقتصادية وإجتماعية إيجابية ، وهنا تكمن أهمية إجراء البحوث في دول نامية مثل المملكة .

## بيئة تنفيذ البحث العلمي

لابد من التأكيد منذ البداية على أن توفر الأعداد الكافية من العاملين في مجالات ومواقع البحث العلمي لا يعني بالضرورة ازدهار البحث العلمي ، ومع أن توفر سلامة البنية التحتية لمرافق البحث العلمي من معامل ومعدات وقواعد معلومات ووسائل اتصال أمر ضروري لنجاح العملية البحثية ، إلا أن ذلك وحده لا يكفي لازدهار البحث العلمي .

إن القيام بالبحث العلمي ينطوي على مجموعة واسعة ومتعددة من المدخلات الأساسية لنجاحه واستمراره وتمكنه من تلبية احتياجات حركة التنمية الشاملة ، وقد يتسرع البعض مخطئاً ، ويجعل من التمويل الشرط الأساسي لقيام بحث علمي سليم ، إلا أننا نعتقد أن البيئة الأساسية اللازمة لترعرع البحث العلمي ونمائه تتطلب أموراً

وجود قنوات بينهما ، بل إن تحليل العلاقات بين البحثين الأساس والتطبيقي يشير إلى أن الهوة الفاصلة تقليدياً بينهما تقلصت مؤخراً إلى حد كبير ، كما يقول العالم آرون كيلوغ الفائز بجائزة نوبل في علم الأحياء الجزيئية ، وكمثال على تقلص الفجوة يلاحظ أن تطبيقات الرياضيات ، وهي تشكل العمود الفقري للبحث العلمي الأساس ، قد ازدادت في العقدين الأخيرين زيادة كبيرة جداً أدت إلى التأثير في الفعاليات العلمية الأخرى ، فالتقدم في علم الحاسب الآلي يعتمد بشكل حاسم على الرياضيات ، كما أن علماء الرياضيات بالمقابل بحاجة إلى حواسيب متزايدة القدرة للتثبت من نظرياتهم .

## أهمية إجراء البحوث العلمية

من الواضح أن الفجوة العلمية والتقنية بين الدول المتقدمة والدول الأخرى ، وخصوصاً دول العالم النامي ، تزداد اتساعاً على الرغم من الجهود الحثيثة من قبل دول العالم النامي لتضييقها ، ومن أهم أسباب اتساع الفجوة هو أن الصناعة المحلية في دول العالم النامي يقلب عليها الطابع التجميعي ، كما أنها غالباً ما تكون موجهة للسوق المحلية وبترخيص من شركات في دول العالم المتقدم ، كما أن الخدمات ذات الصبغة التقنية مثل الاتصالات والمواصلات تعتمد في صيانتها وتحديثها على مصادرها في دول العالم المتقدم أيضاً ، وهكذا تزداد الفجوة التقنية

وقد ورد في القرآن الكريم ٧٥٠ آية - حسب إحصائية أحد العلماء المسلمين - تدعو العقل إلى التأمل في خلق الله وبدائع صوره ، وهذا التأمل هو في مجمله ما تدور حوله عملية البحث العلمي .

## فروع البحث العلمي

تنوزع فروع البحث العلمي في جانبين هما :

### \* البحث العلمي الأساس (البحث) :

وغالباً ما يكون نطاقه في مجالات العلوم الطبيعية النظرية ، مثل الرياضيات والفيزياء التي لا تعطي نتائج محسوسة ، ولملحوسه للعامة إلا بعد فترة قد تزيد أحياناً عن جيل ، لأنه يتناول النظريات العلمية التي توصل إليها الإنسان ، والعلاقات بين ظواهر الكون المختلفة ، وغالباً ما يكون مجاله الجامعات وبعض مؤسسات البحث العلمي .

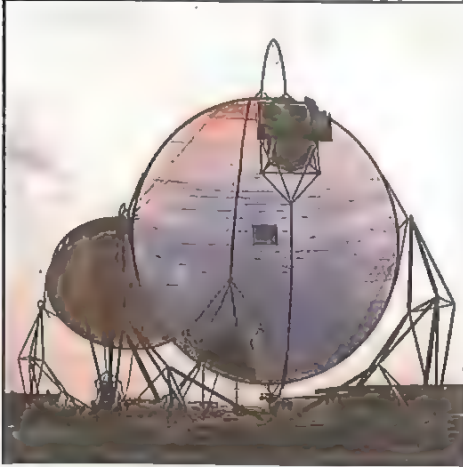
\* البحث العلمي التطبيقي : ويقوم على استخدام النظريات في مجال العلوم الطبيعية التطبيقية المختلفة ، مثل الهندسة ، والطب ، والزراعة ، ويتميز في أنه بحث موجه لحل مشكلة فنية أو صناعية قائمة أو تطوير منتج أو خدمة جديدة ، وتظهر نتائج البحوث العلمية التطبيقية بشكل سريع وملحوظ ، وخاصة في العقود الأخيرة من هذا القرن ، ويتولى القيام به مؤسسات البحث والتطوير في القطاعين العام والخاص . غير أن التفريق بين جانبي البحث العلمي الأساس والتطبيقي لا يعني عدم



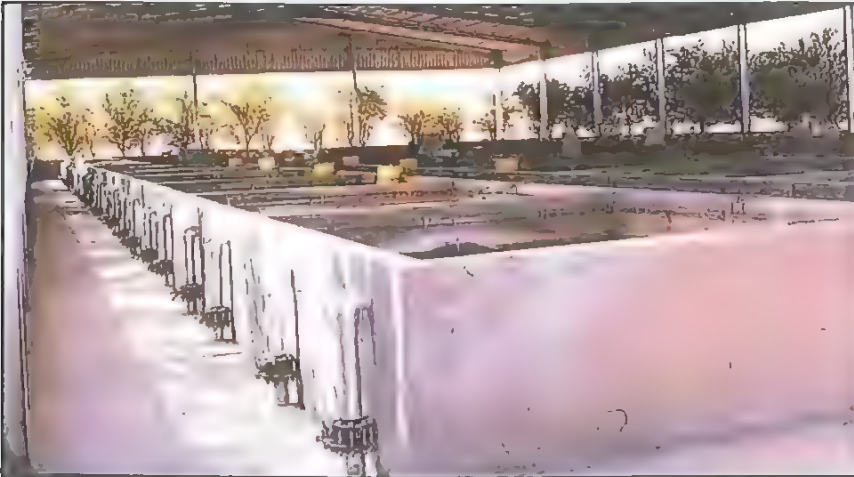
مثل العولمة (اتساع مجال الإنتاج والتجارة لتشمل السوق العالمية بأجمعها والغشاء حدود الدولة في المجال الاقتصادي) فإن القطاع الخاص لابد أن يلزم نفسه بالبحث والتطوير للمحافظة على الاستمرارية والمنافسة مع الصناعات الأجنبية المماثلة ، وهذا ما يجعل اعتمادها على البحث العلمي وتأسيس نواة له ضمن المؤسسة الصناعية ، أو بالاعتماد على المؤسسات البحثية الوطنية مثل مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية أمر ضروري .

### البحث العلمي في المدينة

تقوم مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية بإجراء البحوث من خلال سبعة معاهد هي معهد بحوث الطاقة ، ومعهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئية ، ومعهد بحوث الطاقة الذرية ،



✽ المركز الشمسي، أحد أجهزة معهد بحوث الطاقة.



✽ جانب من محطة (ديراب) التابعة لمعهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئية.

وبإيجاز ، يجب أن ترتبط عملية البحث العلمي بالتنمية ارتباطاً مباشراً ووثيقاً خاصة في الدول النامية التي تعاني من تبعيتها للدول المتطورة في المجالات العلمية والتقنية لتتمكن من فك حلقة التبعية التقنية التي تطوقها .

### القطاع الخاص والبحوث العلمية

من الملاحظ أن معظم جهات القطاع الخاص في دول العالم النامي وبعض جهات القطاع العام تتوجه إلى الخارج بحثاً عن حلول لمشاكلها الفنية والتقنية ، وعندما تغد تلك الحلول من الخارج نجدها تركز على معطيات إجتماعية وبيئية مختلفة عن موقع تطبيق الحل ، ولكن عند توجه تلك القطاعات وخصوصاً القطاع الخاص نحو مؤسسات البحث والتطوير المحلية ، فإن الناتج سوف يكون حلاً أكثر مناسبة للواقع المحلي وإخصاباً للقدرات والخبرات المحلية وزيادة لوعيها بالمشاكل التقنية المحلية . ولذلك ليس من المبالغة القول : أن من أهم عوامل نجاح مؤسسات البحث العلمي هو دعم القطاعات الخاصة لها بالاستشارة والمعلومات والتمويل عن طريق التعاقد مع هذه المؤسسات لإيجاد حلول للمشاكل الصناعية والتقنية وتطوير أساليب وتقنيات لتحسين الناتج الصناعي المحلي . ولا بد من التنويه هنا أنه في ظل إقرار قوانين واتفاقيات عالمية جديدة مثل التجارة الحرة ، وشيوع مفاهيم

ثيرة من أهمها ما يلي :

وجود سياسات بعيدة ومتوسطة قصيرة المدى تبين الاتجاهات والأولويات بحثية وفقاً للأهداف الوطنية للتنمية . توفير النظم الإدارية والمالية المرنة المناسبة لمتطلبات ومتغيرات عملية بحث العلمي .

إرساء نظام لجذب وتوجيه الطاقات العلمية لتميزة للعمل في مواقع البحث العلمي . مراجعة مستمرة للبحوث وتقويمها إعادة توجيه مساراتها حسب الأهداف وطنية للتنمية .

### البحث العلمي والتنمية

إن التخطيط للبحث العلمي جزء أساسي من عملية التخطيط العام للتنمية ، أن البحث العلمي يساهم مساهمة أكيدة حاسمة في حركة التنمية الشاملة من خلال التطوير الكمي والنوعي للإنتاج ذي يلبي إحتياجات المجتمع ، ومن خلال إكتشاف موارد جديدة للسلع والخدمات .

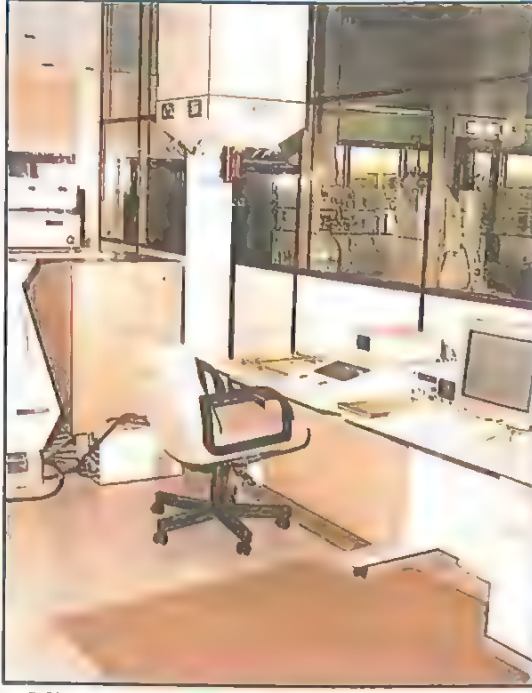
ويمكن أن تنعكس مساهمات البحث العلمي في التنمية على حسب القطاعات التي يدخل فيها ، ويمكن الإسهاب كثيراً في الحديث عن مجالات مساهمة البحث العلمي في القطاعات الأخرى من جوانب حياة في المجتمع ، والتي تظهر صورة مباشرة ، إلا أننا سوف نورد بعض أمثلة باختصار على بعض واجهات تأثير بحث العلمي في التنمية وهي ما يلي :

رفع المستوى الصحي في المجتمع من خلال رعاية الطفولة والأمومة ، ومسح لأمراض التي يعاني منها المجتمع ، دراسة سبل الوقاية منها ، واستنباط لقاحات جديدة .

تنمية الموارد الزراعية وكفاءة الأداء تحسين المحاصيل الزراعية نوعاً وكماً . البحث عن الموارد الطبيعية الجديدة تنميتها واستثمارها أو رفع كفاءة استثمار منها .

رفع مستوى جودة الخدمات والسلع لإنتاجية .

ومعهد بحوث البترول والصناعات البتروكيميائية ، ومعهد بحوث الفلك والجيوفيزياء ، ومعهد بحوث الفضاء ، ومعهد بحوث الإلكترونيات والحاسبات . ويعمل في هذه المعاهد ما يزيد عن أربعمائة باحث من مختلف الفئات والرتب العلمية . وتستند هذه المعاهد في تنفيذ أعمالها على خطط تركيز على إجراء أبحاث تطبيقية في مجالات معينة ينتج عنها نماذج أولية لمنتجات أو خدمات أو حلول ذات قيمة علمية .



\* مختبر معهد بحوث البترول والصناعات البتروكيميائية .

\* طبق استقبال صور فضائية ، معهد بحوث الفضاء .

المعهد	الفلك	الطاقة الذرية	الحاسب الآلي	البيئة	البترول	الاستشعار عن بعد	الطاقة الشمسية	الأجهزة العلمية
برامج / أقسام	٢	٨	٨	٩	٧	١١	٥	٢
معامل	٣	١٨	٤	١١	٨	٣	٧	٨
مشاريع بحثية ١٨/١٧هـ	١٢	٢٨	١٥	٣٢	١٠	٩	١٥	٤
استشارات / دراسات ١٧/١٦هـ	٨	١٥	١٥	٩	١٢	١٤	١٦	٣
مرافق بحثية خارج الرياض	٧	٣	٠	٣	٠	١	٤	٠



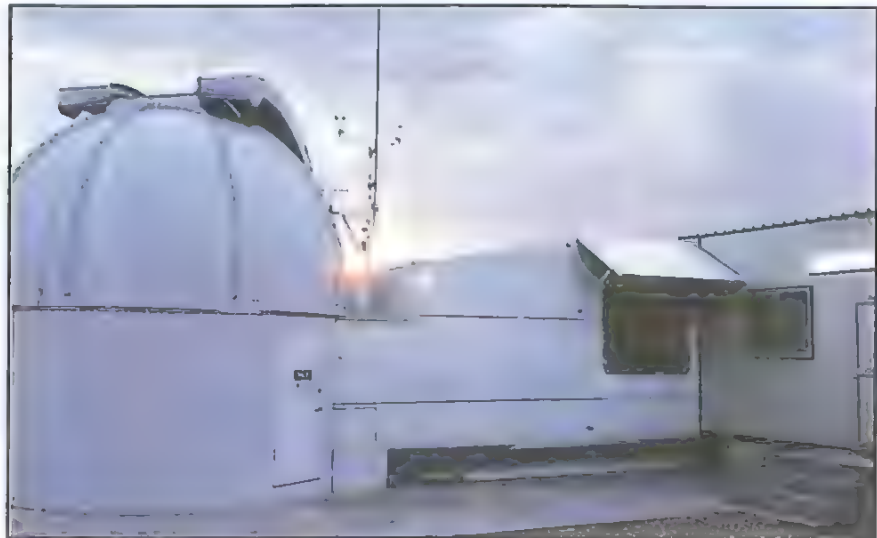
\* بعض أجهزة معهد بحوث الإلكترونيات والحاسبات .

(المصدر : النشرة التعريفية لمعاهد البحوث ١٤١٧/١٤١٨هـ)

وعملية عالية لها مردود إقتصادي يمكن للقطاع العام أو الخاص تبنيها ونشرها في المملكة ، وبذلك تكون المدينة حلقة وصل بين البحث والصناعة والتنمية . ويبين الجدول أعلاه الملامح الرئيسية لهذه المعاهد ونشاطها .

## المراجع

- ١ - معنى التكنولوجيا ، ١٩٩٥ م ، أسامة الخالدي ويوسف البشرابي ، دلون للنشر .
- ٢ - مستقبل العلم ١٩٩١ م ، ترجمة مكي الحسيني الجزائري عن أكاديمية العلوم والفرنسية .
- ٣ - مناقشات جانبية مع د. دحام العاني ، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية .



\* مرصد الليزر ، معهد بحوث الفلك والجيوفيزياء





# الخطـة الوطنـية الشـاملة للعلوم والتقنية في المملكة

إن المستقريء لتاريخ الحضارات الإنسانية الحديثة يجد أن التطور المذهل في المجالات العلمية والتقنية، الذي شمل دول العالم الصناعي منذ الحرب العالمية الثانية على وجه التحديد، قد إقترن بقيام تلك الدول بوضع خطط علمية وتقنية فعّالة ترمي إلى تسخير وتوجيه وتنسيق كافة مواردها نحو الأهداف والأولويات الوطنية، الأمر الذي مكنها واقعيّاً من مواجهة التحديات التي إعترضتها بخطة ثابتة وواقعة والوصول بها نحو ناصية التقدم العلمي والتقني والصناعي الذي تعيشه الآن.

الأساسية، وإقامة وتطوير الصناعات المحلية .. وحتى يضمن إن شاء الله استمرار نجاح خطط التنمية وبرامجها، وتحقيق الاستفادة القصوى من معطياتها ونتائجها، فإنه من الضروري حشد الطاقات والموارد العلمية والتقنية الوطنية لخدمتها ومساندتها، وتنسيق وتوجيه تلك الطاقات ورفع كفاءتها بما ينسجم مع المتغيرات والمستجدات المحلية والدولية الحالية والمستقبلية.

فالتقدم السريع والمستمر الذي يشهده العالم في بعض المجالات العلمية والتقنية وما تنطوي عليه من فرص كامنة يمكن للمملكة استغلالها، أو ما قد يترتب عليه من إتساع الفجوة التقنية التي يمكن تجنبها، يتطلب تركيز إمكانات وطنية في مجالات محددة من العلوم والتقنية وفقاً للميزات النسبية للمملكة .. كما أن المحافظة على الدور المتنامي للقطاع الصناعي والتحسين المستمر في قدراته وكفاءاته الاستثمارية والإنتاجية والتنظيمية في ظل زيادة حدة المنافسة والتكتلات الدولية الراهنة، يتطلب توافر القدرات التنافسية للمنتجات الوطنية وتعزيزها بالتجديد والإبداع والإرتقاء بجودتها كما أن التوسع الشامل والسريع في الخدمات المختلفة التي تقدمها الدولة، يتلائم وزيادة مطردة في جلب أحدث التقنيات التي تتواءم ومستوى المعيشة للمجتمع السعودي، علاوة على أن المحافظة على المستوى الراقي للخدمات الصحية والوقائية، وكذا المحافظة على الموارد الطبيعية ومواجهة ظروف بيئية محددة كالنقص الحاد في المياه، يحتاج إلى جهود واسعة من المراكز البحثية والتقنية لايجاد الحلول التي تتناسب والظروف السائدة في المملكة.

وهذا كله يعني أن مواجهة تلك التحديات للمسيرة التنموية المستقبلية للمملكة وهي تتأهب لدخول القرن الحادي والعشرين مرهون، بتطوير القدرات الوطنية للعلوم والتقنية، وإقامة قاعدة صلبة متكاملة وفعال تعمل على تقليل الاعتماد المتزايد على التقنية

المركز الوطني السعودي للعلوم والتقنية (الآن مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية) سنة ١٣٩٧هـ ... ثم توجت تلك التوجهات بما جاء في الفقرة (١) من المادة الثالثة من نظام المدينة الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/٨ وتاريخ ١٤٠٦/٤/١٩هـ الذي أناط بالمدينة «إقتراح السياسة الوطنية لتطوير العلوم والتقنية ووضع الاستراتيجية والخطة اللازمة لتنفيذها».

ولكن هذه المهمة .. مهمة التخطيط الشامل للعلوم والتقنية تبلغ مداها اليوم بعد المنجزات الضخمة التي حققتها المملكة في كافة الميادين لتفسح مجالاً رحباً في هذا الوقت بالذات لإسهام قطاع العلوم والتقنية وأخذة موقعا رياديا في التنمية الشاملة.

من هذا المنطلق تقوم مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية حالياً بإعداد خطة وطنية شاملة للعلوم والتقنية بعيدة المدى في المملكة للفترة (١٤٢٠ - ١٤٤٠هـ) وذلك بالاشتراك مع الجهات ذات العلاقة بالعلوم والتقنية في القطاعات العامة والخاصة والمشاركة، ووزارة التخطيط باعتبارها الشريك الرئيسي والأساسي في جميع مراحل إعداد الخطة ومتابعتها وتنفيذها، وهو ما سيعمل إن شاء الله على ضمان التكامل المنشود بين الخطط الوطنية للتنمية وخطة العلوم والتقنية.

## إعداد خطة العلوم والتقنية

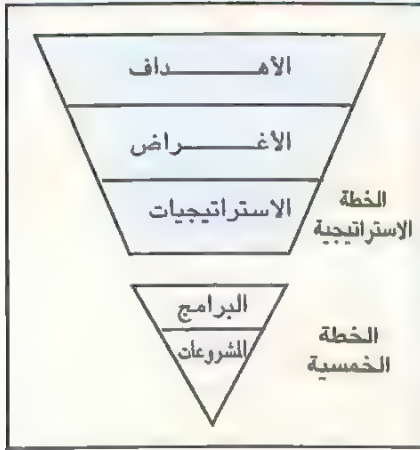
لقد نفذت المملكة العربية السعودية - بحمد الله - خطط وبرامج طموحة للتنمية في كافة المجالات كان من أهم معالمها تنمية القوى العاملة، وإقامة المرافق والتجهيزات

ليس هذا فحسب بل إن السنوات القليلة الماضية التي شهدت تجارب دول صناعية جديدة مثل: كوريا وتايوان وماليزيا وإندونيسيا، في طريقها للحاق بركب الدول المتقدمة، بل وأذهلت في تحولها المفاجيء هذا الباحثين ومتخذي القرار في دول العالم قاطبة، ماكان لها أن تصل إلى ما وصلت إليه من تقدم تقني وصناعي لولا تبنيها منهاجاً تخطيطياً سليماً في مسيرة تطورها العلمي والتقني والصناعي.

## تخطيط العلوم والتقنية بالمملكة

إدراكاً من المملكة العربية السعودية لتلك الحقائق، وأن التخطيط ميزة لمن يملك أدوات الإنتاج، وحرصاً منها على إختصار الزمن في بناء دولة عصرية متطورة - إن شاء الله - بدأت في الوقت الحاضر من خلال مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بالشروع في التخطيط الشامل للعلوم والتقنية، مستمدة فلسفتها في ذلك بالمبادئ والقيم والتعاليم الإسلامية السمحة، ومستهلة في ذلك من تجاربها الناجحة والتميز في تخطيطها للتنمية الشاملة على مدى ربع قرن من الزمن.

فالمملكة من أوائل الدول النامية القليلة التي بدأت التفكير في تخطيط أنشطتها العلمية والتقنية منذ سنوات طويلة ترجع إلى بداية سنة ١٣٩٠هـ، ثم ترسخت تلك المفاهيم في خطة التنمية الثانية (١٣٩٥ - ١٤٠٠هـ) التي دعت إلى وجوب إقامة هيئة مركزية لتخطيط وتنسيق أنشطة العلوم والتقنية تكون ضمن مسؤولياتها المتعددة وضع السياسات والخطط الوطنية للعلوم والتقنية، وتم تنفيذ تلك التوجيهات بإنشاء



● شكل (١) مكونات الخطة الشاملة للعلوم والتقنية.

- الفترات الزمنية التي سيستغرقها تحقيق أهداف خطة العلوم والتقنية .

- الطبيعة الخاصة للعلوم والتقنية والفتره الزمنية اللازمة لتطوير أو نقل التقنية ونشرها ثم استخدامها .

- الفترة العملية للتخطيط ودقة التنبؤ بالتغيرات ، والقدرة على التحكم في عناصر الخطة وتنفيذها .

ويمثل الربط بين الأهداف والأغراض وأولوياتها والاستراتيجيات مع بدائلها ، تعريفاً واسعاً للخطة الاستراتيجية لتنمية العلوم والتقنية ، كما ستشمل الخطة الاستراتيجية أيضاً على تقديرات مبدئية للموارد والتوزيع المبدئي للأغراض والاستراتيجيات ، كما ستوضح الخطوط العامة ومعايير التحكم في الخطط الخمسية .

الجزء الثاني : يتكون من أربع خطط تفصيلية وتنفيذية مدة كل منها خمسة أعوام ، توضع ضمن إطار الخطط الخمسية الوطنية ( السابعة والثامنة والتاسعة والعاشرة ) للتنمية ، وتشمل هذه الخطط الخمسية أهدافها المرحلية وتفاصيل برامج ومشاريع العلوم والتقنية للقطاعات المختلفة المراد تنفيذها خلال السنوات لكل خطة .. وسوف تعالج الخطة الخمسية الأولى للعلوم والتقنية عدداً صغيراً من الأغراض ومجموعة محدودة من البرامج والمشروعات التي تتسم بالضرورة لبده برنامج طويل المدى ، أو التي تركز على تنمية هيكل البنية الأساسية للعلوم والتقنية أو لتلبية حاجة ذات أولوية قصوى ، أو تحسين ظروف قائمة حالياً .

هذا وتعد الخطة الاستراتيجية والخطة الخمسية للعلوم والتقنية كما يوضحه الشكل (١) منتجاتاً تكملية لعملية التخطيط

تتكون من معالي وزير التخطيط ومعالي رئيس مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ، تقوم بالإشراف المباشر على إعداد الخطة من النواحي الإدارية والفنية وإقتراح السياسات والاستراتيجيات ومناقشة الأهداف وخطوات العمل والتصديق عليها . وقد قامت هذه اللجنة بدورها بتكوين لجان مشتركة بين المدينة والوزارة لإعداد المراحل المختلفة للخطة .

ولما كانت الخطة الوطنية تهم قطاعات كثيرة حكومية وخاصة ، لذلك كان في اشراك هذه القطاعات في التخطيط والتنفيذ أمر حيوي يحقق تكامل خطة العلوم والتقنية مع خطط التنمية لهذه القطاعات .. وتسهيلاً لمشاركة تلك الجهات المتعددة في مراحل إعداد الخطة وتنفيذها - خاصة وأن هذا الأمر يتم لأول مرة على المستوى الوطني - فقد قامت لجان إعداد الخطة بإعداد دليل يشتمل على تصور متكامل لخطوات إعدادها والجهات التي ستشارك في وضعها وطريقة متابعتها وتنفيذها سمي « دليل إعداد الخطة الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية بعيدة المدى » والذي يجري الآن على ضوء تنفيذ الخطوات والمهام المختلفة للخطة وفقاً للجدول الزمني المحدد بذلك .

### مكونات الخطة الشاملة

تتكون عملية التخطيط الشامل للعلوم والتقنية كما هو موضح في الشكل (١) من عناصر تخطيطية متعددة تبدأ بالأهداف العامة أو الغايات ، ثم الأهداف المحددة أو الأغراض ثم الاستراتيجيات ، ثم البرامج والمشروعات .. وترتبط تلك العناصر أحادياً وزمناً بمجموعات أو سلاسل متعددة من النشاطات تشكل في مجموعها خطة شاملة للعلوم والتقنية تتكون من جزئين هما :

الجزء الأول : خطة بعيدة المدى ( إستراتيجية ) تحوي الإطار العام لتخطيط العلوم والتقنية في المملكة من أهداف وسياسات واستراتيجيات بعيدة المدى لتنمية العلوم والتقنية ، وذلك للفترة بين عام ١٤٢٠ هـ - ١٤٤٠ هـ . وقد تم تحديد المدة الزمنية لها بعشرين عاماً بناء على الأسس العملية الآتية :  
- الفترات الزمنية المخصصة لخطة التنمية وهي خمسة أعوام ، والتي لا تكفي لإعداد وتطوير مؤسسات وبرامج علمية وتقنية وإدارية .

المستوردة وعلى خدمة ومساندة خطط التنمية على المدى القصير والمتوسط والبعيد ، وهو ما يتأتى من خلال رسم خطط ترمي إلى تحديد التوجهات الوطنية المستقبلية للعلوم والتقنية واستخدام إمكاناتها ومواردها المتوفرة بالصورة المثلى ، مع توفير أفضل الظروف لتعزيز دور وإسهام المؤسسات العلمية والتقنية في التنمية الوطنية وتنسيق أنشطتها .

ومن هنا أتت أهمية إعداد خطة وطنية للعلوم والتقنية لتكون إطاراً مرجعياً إرشادياً في توجيه الموارد والإمكانات العلمية والتقنية نحو الأولويات والاحتياجات الوطنية ، وفي تحديد الإختبارات الإستراتيجية والتوجهات والبرامج المستقبلية لكافة الأنشطة العلمية والتقنية في المملكة ، وذلك ضمن إطار تنسيقي فعال ينسجم مع الأهداف والتوجهات الاستراتيجية للتنمية .

### الخطة الشاملة للعلوم والتقنية

إدراكاً لأهمية إعداد خطة وطنية شاملة للعلوم والتقنية وما تمثله من تحول حضاري في مسيرة المملكة نحو تطوير قدراتها العلمية والتقنية ، فقد كرست المدينة جهودها وعملت على تسخير كافة إمكاناتها ومواردها لإنجاز هذه الخطة في وقتها المحدد وبصورة تمكن من استيعاب واقع ومستقبل التنمية الشاملة في المملكة ، ولتتبع ذلك الطموحات الوطنية والآمال المنشودة المراد تحقيقها .

فمن جانب ، قامت المدينة بخطوات تحضيرية واسعة شملت عقد عدد من الندوات وإجراء العديد من الدراسات التي اشتملت على دراسات مسحية أولية للقطاعات الاجتماعية والإقتصادية المختلفة وأولوياتها ، وكذلك دراسات تجارب الدول المشابهة للمملكة في الظروف والدول المتطورة علمياً وتقنياً ، وقد تم التوصل من خلالها إلى بلورة تصورات متكاملة حول المناهج والأساليب التخطيطية المثلى لقضايا العلوم والتقنية وتنميتها .

أما من جانب آخر ، فقد حرصت المدينة على التنسيق المبكر مع وزارة التخطيط باعتبارها الشريك الرئيسي والأساسي في جميع مراحل إعداد الخطة ومتابعتها وتنفيذها ، حيث تم تشكيل لجنة عليا للخطة



فإن الخطة ستعمل على تحديد أهداف وأولويات تتناسب مع الظروف والموارد المتاحة .. ولما كان الغرض من الخطة هو تلبية الاحتياجات العاجلة لخطط التنمية بالإضافة إلى إقامة قاعدة وطنية متطورة للعلوم والتقنية ، لذلك فإن أهداف وأولويات خطة العلوم والتقنية ستنبثق وستكون ضمن نطاق الأهداف والأولويات الوطنية للتنمية .

وخلال صياغة تلك الأهداف ، سيتم دراسة الاختلافات بين أهداف وأغراض تنمية العلوم وأهداف وأغراض تنمية التقنية ، مع مراعاة الاختلافات بين الاستراتيجيات والسياسات المرتبطة بها ، ومع التأكيد في نفس الوقت على التكامل والتوازن بينهما خلال المراحل المختلفة لعملية التخطيط .

وحيث أن المملكة تزخر بحمد الله بموارد طبيعية وإمكانات متعددة الأمر الذي سيساعد إن شاء الله على إقامة قاعدة وطنية متطورة للعلوم والتقنية ، فإن البحث والتطوير ونقل التقنية والتصنيع وغيرها من عناصر تلك القاعدة تعتمد اعتماداً كبيراً على تواجد القوى العاملة المدربة .. وعليه فإن الخطة ستركز على تنمية الكوادر البشرية المدربة القادرة على العمل في حقول العلوم والتقنية ووضعة في الاعتبار أن تنمية الكوادر البشرية يجب أن ينسق ويتواءم مع تطوير مبادئ في قاعدة العلوم والتقنية وعناصر التنمية الأخرى ، إذ أن جزءاً كبيراً من تدريب هذه القوى واكتساب الخبرة يتم بالممارسة الفعلية في الحقل وأثناء العمل .

### مراحل إعداد الخطة

تم تقسيم الأنشطة المختلفة لإعداد المكونات الأساسية للخطة الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية وفق منهج يستند إلى جملة من الخطوط بدءاً من التعرف على الواقع العلمي والتقني في المملكة وتقييم الاحتياجات وتحليل الاتجاهات ، فبناء المشاهد ( السيناريوهات ) ، ووصولاً إلى صياغة الأهداف والاستراتيجيات ووضع البدائل والخيارات ، ومن ثم رسم البرامج والمشروعات .. وبناء على ذلك فإن إنجاز تلك الأنشطة المختلفة سيتم على ثلاثة مراحل رئيسية متوالية ومتداخلة في نفس الوقت ، وهي :

المرحلة الأولى : ويجري العمل حالياً في إعدادها ، وتختص بدراسة وتقييم الوضع

وتطبيقها في المجالات المختلفة .  
- إعداد القوى البشرية .

وفي ظل هذه الاعتبارات .. فإن الخطة ستعمل على دمج التصورات المختلفة لاحتياجات العلوم والتقنية للمملكة ، وستربط ما بين مختلف المجالات العلمية والتقنية ، كما أن هذه الخطة لابد أن توازن بين التطوير المحلي للتقنية وبين الاستيراد وذلك طبقاً للتوقعات الواقعية لتطور القدرة الوطنية لتطويع واستيعاب التقنية ، ولابد أن تعالج كافة جوانب اسهامات العلوم والتقنية للبرامج الوطنية للتنمية الاجتماعية والاقتصادية .. كما أن الخطة ستضع في الاعتبار كلا من المتطلبات على المدى القصير والبعيد ، وستوفق ما بين البرامج الصغيرة والكبيرة للتنمية والمشروعات .

ولما كانت الخطة الاستراتيجية ستشمل فترات زمنية لأربع خطط خمسية ، فقد روعي أن تكون الخطة مرنة قابلة للتعديل ، لتكون إن شاء الله قادرة على الاستجابة السريعة لاستيعاب التطورات المستجدة والابتكارات في مجالات العلوم والتقنية سواء المحلية منها أو الدولية ، بحيث تشمل على وسائل لتعديلها بحيث تعكس التطورات في برامج التنمية الاجتماعية والاقتصادية في ضوء الانجازات المحققة .

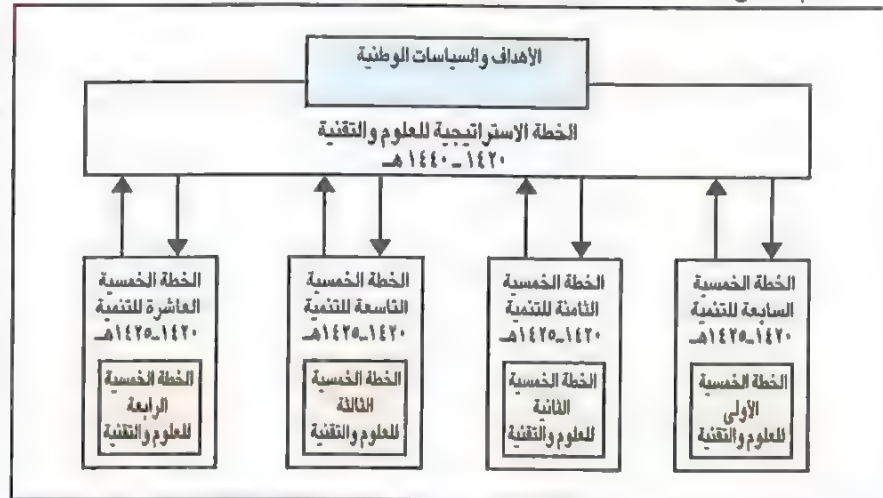
وحتى يتحقق النجاح لخطة العلوم والتقنية أن شاء الله ، فإنها ستكون عملية وواقعية من حيث أهدافها وتوقعاتها وبرامجها الزمنية ، إذ أنه ليس من الممكن القيام ببرامج كبيرة أو تنفيذ برامج في جميع مجالات العلوم والتقنية بوقت واحد ، ولذا

لشامل ، بينما يقدم الشكل (٢) العلاقة القائمة بين الخطط الاستراتيجية والخمسية للعلوم والتقنية وبين خطط التنمية الوطنية ، كذا عملية مراجعة وتحديث تلك الخطط .

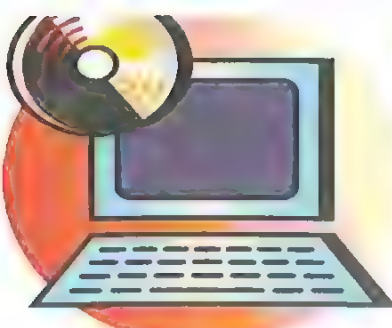
### معالم خطة العلوم والتقنية

ستتسم الخطة الوطنية للعلوم والتقنية جملة من الخصائص الهامة التي سيتم أخذها في الاعتبار عند صياغة عناصرها المختلفة .. فالخطة ستكون شاملة لجميع المجالات العلمية والتقنية في مختلف الجهات والمؤسسات الاقتصادية والاجتماعية والإدارية في القطاعين العام والخاص ، ولذلك فإن الخطة ستشتمل على أهداف واسعة بمجالات عمل استراتيجية متعددة مثل :

- إيجاد الوعي الاجتماعي والجو الملائم الذي يشجع على تنمية العلوم والتقنية .
- تطوير القوى العاملة في مجالات العلوم والتقنية بجميع مستوياتها وبما يمكنها من مساندة الأنشطة العلمية والتقنية .
- بناء وتنمية القدرات والإمكانات الوطنية للبحث والتطوير والتنسيق بينها لتنسجم مع المتطلبات والاحتياجات الوطنية للتنمية .
- نقل واكتساب التقنية وتطويعها محلياً .
- كما أن الخطة ستكون شاملة أيضاً في معالجتها لدور العلم والتقنية في تنمية جميع القطاعات ، وذلك من خلال الوظائف التالية :
- توليد المعارف والتقنيات ( الابتكارات ) .
- نقل المعارف والتقنيات ( التقويم والاختيار والتطوير )
- تعميم نتائج الأنشطة العلمية والتقنية



● شكل (٢) علاقة الخطة الاستراتيجية والخطة الخمسية للعلوم والتقنية بالتنمية الوطنية.



احتياجاته الحالية مراعيًا في نفس الوقت احتياجات الأجيال القادمة .

### التنمية المستدامة

يمكن تعريف التنمية على أنها كل ما نفعله جميعاً في السعي لتحسين حياتنا وتطويرها نحو الأفضل ( حسبما نتققد ) مستخدمين في ذلك كل الموارد والوسائل والأدوات والمعرفة المتاحة من حولنا . إن التنمية رحلة طويلة لا تتوقف ولا يمكن تحقيقها مرة واحدة وبشكل كامل ، إذ أنها عملية تراكمية تحتاج إلى وقت وتكاليف وخيارات وقرارات ، ليس فقط للتعامل مع التغير السريع الذي يحصل على مستوى العالم في مجالات التنمية وتوجهاتها ، ولكن أيضاً للتحكم بمقدار هذا التغير ونوعيته .

لقد كان الإنسان في سعيه لتحقيق التنمية ، وخاصة في العقود الأخيرة من هذا القرن ، غافلاً في بعض الأحيان ومتجاهلاً في أحيان كثيرة آثارها السلبية التي تمثلت في ظهور العديد من المشكلات التي انعكست على البيئتين الطبيعية والاجتماعية معاً وأصبحت مشكلات كل بيئة تعزز وجود مشكلات البيئة الأخرى وتزيد من حدتها . لذلك كان لزاماً على الإنسان أن يعمل على المحافظة على التنمية التي حققها على مر الأجيال واستدامتها وذلك عن طريق العمل على سلامة البيئة وتوازن عناصرها .

إن التنمية المستدامة هي المبدأ القائل بأن النمو الاقتصادي والتطور - أو التنمية بمفهومها الشامل - لا بد أن تتم ضمن الأطر والحدود التي يضعها علم البيئة بمعناه الواسع وذلك من خلال دراسة وفهم العلاقات المتبادلة بين الإنسان ونشاطاته المختلفة وبين البيئة التي يعيش فيها وما يحكمها من قوانين فيزيائية وكيميائية .

وترتكز فلسفة التنمية المستدامة على أن الاهتمام بالبيئة وما تحتويه من موارد طبيعية هو أساس التنمية الاقتصادية وما تقود إليه من تنمية في النواحي الأخرى الاجتماعية والصحية والثقافية وغيرها ، حيث أن الموارد الطبيعية الموجودة في الكرة الأرضية وعليها ومن حولها من معادن وتربة وكائنات حية حيوانية ونباتية وماء وهواء

**خلق الله سبحانه وتعالى الإنسان وهيا له سبل الحياة فخلق له بيئة صالحة لحياته جعل فيها كل شيء بقدر ، وجعل بين عناصرها المختلفة توازناً تاماً يضمن لها الاستمرارية إلى أجل مسمى . وفي طريق الإنسان الطويل إلى التطور وصل إلى مرحلة اكتسب عندها ، من خلال التقدم السريع للعلوم والتقنية ، قدرة كبيرة على استغلال الموارد الطبيعية لهذه البيئة وتغيير أنظمتها بطرق لا حصر لها وعلى نطاق لم يسبق له مثيل .**

اتجه الإنسان منذ أن خلقه الله على هذه الأرض إلى البيئة المحيطة به لتوفير مقومات الحياة الضرورية من مأكول ومشرب وملبس ومسكن وطاقة وغيرها . ومع مرور الوقت وتقدم الإنسان في الناحيتين العلمية والتقنية ، بدأ في تسخيرها لاستغلال الموارد الطبيعية والبيئية لتوفير قدر أكبر من وسائل الراحة والرفاهية له . ومع ازدياد الأعداد البشرية على هذا الكوكب واستمرار الإنسان في سعيه وراء معدلات أكبر من التقدم والتطور في المجالات الصناعية والزراعية والنقل بدأت التأثيرات البيئية السيئة ونقص الموارد الطبيعية وتلوثها في الظهور بشكل لم يسبق له مثيل في تاريخ البشرية . وفي السنوات الأخيرة بدأ الإنسان يعي التأثيرات السلبية التي سببها للبيئة والموارد الطبيعية المتجددة وغير المتجددة . لذلك بدأت تحذيرات العلماء والمختصين وتم عقد عشرات المؤتمرات والندوات العلمية التي تنادي بصيانة البيئة والمحافظة عليها .

ولقد كان لرؤية كوكب الأرض ، لأول مرة من الفضاء ، في منتصف القرن العشرين ، تأثيراً كبيراً على الفكر الإنساني في نظريته إلى الأرض ، التي بدأت من الفضاء الخارجي صغيرة في هذا الكون الواسع مغطاة بالغيوم والمحيطات الزرقاء والخضرة والتربة خالية من أي أثر كبير للنشاط البشري، مما جعل الإنسان يفكر في سلامة هذا الكوكب والأنظمة البيئية فيه بما فيها الإنسان ، ومما جعله أيضاً يسعى ، عن طريق استخدام العلوم والتقنية وتسخيرها ولكن هذه المرة لصيانة الأرض ومواردها الطبيعية ومقوماتها البيئية والمحافظة عليه بشكل يتيح له الحصول على

الراهن للعلوم والتقنية في المملكة والتعرف على مدى ارتباط وتفاعل قاعدة العلوم والتقنية باحتياجات ومتطلبات خطط التنمية وكذلك قدرتها على مساندتها وخدمتها .. كما تشتمل على تحليلات للاتجاهات المستقبلية للتنمية وتقييم احتياجاتها ، وعلى دراسات استشرافية مستقبلية في عدد من الحقول العلمية والتقنية وآفاقها في المملكة .. هذا وسيشكل مجموع هذه الدراسات منطلقاً أساسياً لرسم الاستراتيجيات والبرامج الملائمة لتنمية العلوم والتقنية في المملكة خلال العشرين سنة القادمة .

**المرحلة الثانية :** وتختص بمجموعة من الأنشطة ذات العلاقة بإعداد العناصر الأساسية للخطة الاستراتيجية التي تم الإشارة إليها وهي الأهداف العامة وأولوياتها ، والأغراض وأولوياتها ، والإستراتيجيات وبدائلها ، مع تحديد مبدئي للبرامج التي سيتم تنفيذها لتحقيق تلك الاستراتيجيات والأولويات بين هذه البرامج ومنهاج ومراحل تنفيذها ، وكذلك تقدير الموارد المطلوبة لتنفيذ تلك الأعمال .

**المرحلة الثالثة :** وتختص بإعداد الخطط الخمسية ويتم فيها إعداد تفاصيل البرامج مع وصف لأهداف وأولويات والمراحل الزمنية للمشروعات التي سيتم إعدادها من قبل الجهات المعنية في القطاعات .. هذا ويتوقع الانتهاء من إعداد كامل عناصر الخطة الخمسية الأولى للعلوم والتقنية إن شاء الله مع بداية عام ١٤٢٠ هـ تاركاً بذلك وقتاً كافياً لاستكمال عمليات إدخال عناصرها المختلفة ضمن الخطة الخمسية السابعة للتنمية (١٤٢٠ - ١٤٢٥ هـ) .

وباستكمال الخطة الخمسية للعلوم والتقنية ينتهي إعداد كافة مكونات الخطة الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية بعيدة المدى في المملكة بإسهام من الأطراف المعنية في القطاعين العام والخاص ومؤسسات التعليم ومراكز البحث العلمي ، ولتدخل بذلك مرحلة تحد رئيسية .. مرحلة تتطلب تضامراً كافة الجهود الوطنية نحو تحويل أهدافها وتوجهاتها وبرامجها إلى واقع ملموس قابل للتنفيذ يعمل على رفد مسيرة التنمية وتعزيز إنجازها بما يحقق الآمال والطموحات التي تصبوا إليها المملكة للوصول إلى مصاف الدول المتقدمة في المستقبل المنظور بإذن الله .



التطبيق تقنية الحاسب الآلي وتطبيقاته ، وما يمكن أن يوفرها من إمكانيات هائلة ، والتي من أهمها - بالإضافة إلى معالجة المعلومات وتخزينها - تصميم المنتجات التقنية ودراسة تأثيراتها في مجال الاقتصاد والطاقة والبيئة ، وكذلك محاكاة الظواهر الطبيعية التي تتعلق بقضايا السكان والبيئة والغذاء والطاقة والتغير المناخي للمساهمة في رسم السياسات المستقبلية بما يتوافق مع الاحتياجات السكانية ( التنمية ) من جهة ، وحماية البيئة وتطويرها من جهة أخرى . كما ساهم الحاسب الآلي في الصناعة عن طريق الأتمتة والإنسان الآلي التي عن طريقهما أمكن القيام بأعمال كانت تعد بمنتهى الخطورة على الإنسان مثل التعامل مع الملوثات ومكافحة الحريق وسبر غور المحيطات والفضاء الخارجي .

ومن الآثار الإيجابية على البيئة ونظافتها تحقيق تقدم كبير في تقنيات حماية البيئة ومكافحة التلوث ومعالجة كل من مياه الصرف الصحي والصناعي وإدارة النفايات الصلبة وزيادة كفاءة استخدام المياه والطاقة وإستغلال الطاقات المتجددة ( الطاقة الشمسية ، طاقة الرياح ، الطاقة الحرارية الجوفية ، طاقة الكتلة الحيوية ، والطاقة المائية ) لأغراض مختلفة مثل الإنارة والطهي وتجفيف المحاصيل وضخ المياه .

كما تحقق أيضاً تقدم كبير في إستخدام الكثير من التقنيات الوسطية أو الملائمة التي تمثل مستوى متوسط بين التقنيات التقليدية والتقنيات الحديثة ، وتتطلب قدراً أقل من المهارات العلمية والإدارية ورؤوس الأموال ، وتقوم على كثافة العمل ، وتستخدم قدراً أكبر من المدخلات المحلية ، وتعد أكثر مناسبة للنواحي البيئية . قد أمكن عن طريق هذه التقنيات تطوير الأنشطة الاقتصادية الصغيرة ، ورفع مستوى الدخل لدى السكان خاصة في المناطق الريفية من البلدان النامية ، والتي اتجه جزءاً كبيراً من مواردها المالية ، - كان يجب أن يوجه نحو التنمية - نحو السيطرة على المشاكل البيئية وغيرها ، وما تسببه تلك المشاكل من أضرار جانبية أخرى . كما نتج عن هذه التقنيات تطوير الأنشطة الزراعية وصناعة الطوب ومواد البناء ووسائل الطهي والتدفئة التي تستخدم كميات أقل من الحطب وتطوير المضخات اليدوية للحصول على الماء ، وغير ذلك من التقنيات البسيطة التي تلائم أغراض مختلفة وتحافظ على الموارد والبيئة في آن واحد .

وعلى الرغم من الصعوبات التي تواجه

بشكل كبير على تطوره ومكانته بين دول العالم . والتقدم الذي أحرزته بعض الدول في مجال القوة السياسية والعسكرية والاقتصادية له علاقة كبيرة بقدرتها على جمع ومعالجة وتحليل المعلومات واستخدامها وتوزيعها ، وهي من أهم الميزات التي تتقدم بها تلك الدول على بقية دول العالم الأخرى .

وتعد المعلومات بشتى أنواعها العنصر الأكثر أهمية في أغلب القرارات والأعمال التي تتخذ وتنفذ بشكل يومي في كل مناحي الحياة ، كما تعد الوسيلة الأكثر تأثيراً في إمكانية الحصول على الموارد ، وفي طريقة وسرعة التنفيذ وتعزيز كفاءة عمليات الإنتاج وتحسين التبادل التجاري والقدرة التنافسية وتسهيل نقل التقنية وتطبيقها ونشرها . ونظراً لأن الكثير من المعلومات المتصلة بإدارة الشؤون العامة للحياة ومتطلباتها - من أهمها الموارد الطبيعية والبيئية - متوفرة بصورة أو بأخرى ولكنها في الغالب مشتتة ويصعب الحصول عليها بسهولة ، لذلك فإن علوم وتقنيات المعلومات الحديثة تستطيع أن تساعد بشكل كبير في عملية جمع ومعالجة وتحليل وتخزين تلك المعلومات بكفاءة عالية وعرضها بطرق مناسبة وبالسرية المطلوبة .

وتعد أنظمة المراقبة العالمية باستخدام التوابع الصناعية - خاصة تقنيات الاستشعار عن بعد - من أفضل الوسائل التي تتيح عملية رصد مساحات شاسعة من سطح الأرض وإنتاج معلومات رقمية عن الموارد والبيئة والنشاطات البشرية والتي تتم معالجتها وتحليلها بواسطة الحاسب الآلي وتوفيرها على شكل صور وخرائط بمقاييس رسم مختلفة . كما يمكن دمج تلك المعلومات والصور والخرائط مع التقارير والمعلومات الإحصائية الأخرى بوساطة استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية ، التي تعد ثورة في مجال دمج المعلومات ، وتحليلها ، وإسترجاعها ، وتحديثها ، واشتقاق المعلومات الأخرى منها ، وتوفيرها بالشكل المناسب ليتمكن استخداماها من قبل أصحاب القرار والمختصين في اتخاذ القرارات المناسبة ، أو إجراء الدراسات والبحوث الخاصة حول استخدامات الأرض ومواردها وإدارتها بأسلوب يضمن إستغلالها الإستغلال الأمثل واستدامتها .

### ● علوم وتقنيات التطبيق

ساعدت الابتكارات والتجارب البشرية في مجال علوم وتقنيات التطبيق على تحسين جوانب الحياة المختلفة وإيجاد الحلول المناسبة لبعض المشاكل التي تواجه التنمية والبيئة في آن واحد . ومن أهم الأمثلة على تقنيات

في أساس كل الأنشطة الزراعية والصناعية ، إذا حافظنا عليها وقمنا بترشيد استهلاكها وصيانتها وتطويرها فإن ذلك يعمل على تعزيز كل من عناصر البيئة والتنمية في آن واحد واستدامتها .

وتتطلب التنمية المستدامة الوفاء بالاحتياجات الأساسية وتوفير الفرص لجميع لتحقيق ما يتطلعون إليه من حياة أفضل ، وتتطلب أيضاً تعزيز القيم والمفاهيم التي تشجع على ترشيد الاستهلاك ، وذلك في حدود إمكانيات الطاقات الإنتاجية المتغيرة لأنظمة البيئة ، وكذلك توجيه كل الجهود بما فيها العلمية والتقنية لاستغلال الموارد إستغلالاً مدروساً ومخططاً ، وذلك عن طريق توجيه دفة البحث العلمي وتعزيز البرامج والأنشطة العلمية التي تأخذ في الاعتبار ربط علوم باحتياجات وأولويات المجتمع ، وكذلك نقل التقنيات النظيفة وتطويرها وتطويرها لأجل تحسين الأحوال الاقتصادية والصحية الاجتماعية للسكان دون تدمير للموارد الطبيعية والأنظمة البيئية التي تحفظ استمرارية الحياة ، بإذن الله ، على كوكب الأرض .

### العلوم والتقنية والتنمية المستدامة

أدى التقدم العلمي والتقني إلى توفر لوسائل والأدوات والمعلومات والتعامل معها والاستفادة منها بشكل أفضل ، مما ساعد في إدارة الموارد الطبيعية والبيئة وعمليات الإنتاج بصورة فعالة . كما ساهمت البحوث العلمية في السنوات الأخيرة مساهمة كبيرة في فهم العمليات المختلفة التي تحكم النظم البيئية وتؤثر فيها . كذلك حصل تقدم كبير في لتقنية وتطبيقاتها التي تتلائم مع حماية البيئة وصيانتها .

لقد أدى ذلك التقدم إلى تحسن كبير في الأحوال المعيشية لأغلبية سكان العالم وذلك لتوفر الغذاء والمياه والرعاية الصحية والتعليم والمواصلات والاتصالات وغيرها من ضروريات الحياة ، وقد كان لذلك أثر لا بأس به في تخفيف الضغوط على الموارد الطبيعية والبيئة خصوصاً في البلدان الأقل نمواً والتي يتسبب فقر وجهل الكثير من سكانها في تدمير الأنشطة البيئية وعناصرها .

ولعل أهم المجالات العلمية والتقنية التي تساهم في مجال التنمية المستدامة ما يلي :

### ● علوم وتقنيات المعلومات

المعلومات قوة . والكيفية التي يستخدم بها أي بلد مصادر المعلومات لديه ستؤثر

التقنية الحيوية ، مثل التنظيمات الخاصة بالسلامة الحيوية وآثارها البيئية والاجتماعية ، وحقوق الملكية الفكرية ، وقصور الدعم المالي ، إلا أن الفوائد التي يمكن الحصول عليها عن طريق التطبيق الناجح والمأمون بيئياً واجتماعياً للتقنية الحيوية كبيرة وواعدة .

ويعد قطاع الزراعة والصناعات المتعلقة به من أهم تطبيقات التقنية الحيوية وأوسعها إنتشاراً ، حيث أمكن تطوير الكثير من المحاصيل الزراعية وإدخال تحسينات على طرق تصنيع المواد الغذائية وطرق حفظها . كما يسعى العلماء إلى إستنباط وإنتاج نباتات ذات صفات مرغوبة كالنباتات التي تتحمل درجات عالية من الجفاف والملوحة ، وكذلك التي لها القدرة على مقاومة الحشرات والآفات الزراعية الأخرى . كما تم التوصل إلى هرمونات وإنزيمات تعمل على زيادة النمو وإدراك الحليب والتكاثر عن طريق زراعة الأجنة والتلقيح الصناعي ، وكذلك إدخال بعض المورثات المرغوبة على الحيوانات مثل زيادة الوزن والخصوبة ومقاومة الأمراض .

كما إكتسبت التقنية الحيوية أهمية خاصة ودوراً كبيراً في مجالات الطب والرعاية الصحية وخاصة في نقل وتحسين المورثات البشرية وعلاج الأمراض الفيروسية وإنتاج الأجسام المضادة وإجراء الإختبارات التشخيصية الدقيقة .

### ● علوم وتقنيات التقييم

شهد النصف الثاني من القرن العشرين استخداماً واسعاً لتطبيقات تقنيات تقييم الآثار البيئية وتحليل مردودية التكاليف وتحليل المخاطر الطبيعية والصناعية وإدارتها وتقييم الموارد الطبيعية والبيئة ، حيث ساعدت وسائل التقييم المختلفة مثل تحليل النظم والنماذج الرياضية ورصد المؤشرات البيئية والاجتماعية والدراسات الإحصائية ، على فهم أفضل للعمليات البيئية والتنبؤ بآثارها المختلفة مما ساهم بشكل كبير في رسم سياسات أفضل لمعالجة المشاكل ذات العلاقة وإيجاد البدائل المناسبة التي تراعي الجوانب الاجتماعية والاقتصادية والبيئية .

وتعد وسائل التقييم في الوقت الحاضر لازمة لكل مراحل التخطيط ذات العلاقة بإدارة الموارد والبيئة والنشاطات البشرية المختلفة ، حيث تساعد تلك الوسائل المخططين ومتخذي القرار على العمل في الفئات المختلفة، التي من أهمها مستخدمي الأرض

في مجال الزراعة والصناعة والتعدين والتعمير والترفيه ، للوصول إلى أفضل الخيارات المناسبة التي تتيج ظروف أفضل للتنمية مع مراعاة الظروف البيئية والعمل قدر الإمكان على تقليل نتائج الإستخدامات المتضاربة للأرض ومواردها .

### إستدامة العلوم والتقنية

على الرغم من أهمية العلوم والتقنية في جميع مناحي الحياة ، إلا أن نسبة كبيرة من العامة - وهم المستفيدون بالدرجة الأولى - وبعض صانعي القرار - وهم الذين يتخذون قرارات قد تؤثر سلباً أو إيجاباً على مجريات العلوم والتقنية - قد لا يدركون هذه الأهمية بشكل كبير ولا يربطون هذا التطور الشامل الذي يجتاح العالم في الوقت الحاضر بالعلوم والتقنية بصورة مباشرة . ذلك لأن الإطار الزمني للعلوم وأوسع وطويل ولا يمكن إدراك نتائجه في وقت قصير ، حيث أن ما تم الحصول عليه من إنجازات علمية وتقنية كبيرة في الوقت الحاضر ما هو إلا نتيجة للجهود والإستثمارات التي بذلت في السابق من قبل شعوب العالم على مر التاريخ الإنساني .

وبسبب هذه النظرة التي ربما أثرت بشكل سلبي على دعم وتطور العلوم والتقنية وإستدامتهما ، وبما أن الكثير من البلدان لديها شح كبير في مواردها المالية ، فإن الميزانيات الخاصة بالعلوم والتقنية لن تتم الموافقة عليها بسهولة إلا عندما يثبت ذوو العلاقة جدواها الاقتصادية والمنافع الكبيرة التي سوف تنجم عنها . لذلك يجب على المشتغلين في مجالات العلوم والتقنية العمل على أن يكون لها صفة الاستمرارية ، وذلك عن طريق توجيه البحث العلمي وتسخيره فيما ينفع الناس ، وتوظيفه من أجل التنمية وعلى وجه الخصوص التنمية المستدامة ، ودعم إحتياجات القطاع الإنتاجي بشقيه العام والخاص ، وإيجاد الحلول المناسبة للمشاكل ذات العلاقة . ذلك كله بلا شك سيعزز من مصداقية العلوم والتقنية بشكل عام والبحث العلمي بشكل خاص ، ويثبت جدواه لدى الجهات المستفيدة والداعمة بما فيها صانعي القرار .

كما يجب نقل وتوضيح الفوائد التي من الممكن الحصول عليها من العلوم والتقنية إلى الجهات المستفيدة والجهات الداعمة وإلى عامة الناس وغير المتخصصين بلفة وأسلوب يتيح إدراك وفهم تلك الفوائد . وكما نعرف

أنه توجد في الوقت الحاضر فجوة كبيرة في مجال الإعلام العلمي بين المتخصصين في مجالات العلوم والتقنية من جهة وبين المستفيدين منها والمستخدمين لها بما فيهم صانعي القرار من جهة أخرى . لذلك يجب رفع الوعي العام بأهمية العلوم والتقنية ودورها في التنمية ، وإنهما أداتين لتحويل حياة الناس ورفع مستويات معيشتهم ، وذلك عن طريق إستخدام وسائل الإعلام المختلفة وإقامة الندوات والمؤتمرات والمعارض العلمية .

ولغرض تطور العلوم والتقنية وتسخيرها لخدمة التنمية المستدامة لا بد من وجود بنى تحتية وهياكل أساس لدعم هذه العمليات وتشتمل على الخبرة المحلية والمعدات والأجهزة وشبكات المعلومات اللازمة للبحث العلمي والتطوير وكذلك ، وقبل كل شيء ، السياسات والخطط الواضحة التي تؤدي إلى تحقيق الأهداف والتوجهات العامة المنشودة .

كما لا ننسى في هذا الشأن الدور الكبير للقطاع الخاص في تطوير وتشجيع القدرة العلمية والتقنية في أي بلد ، وذلك عن طريق إنشاء مراكز البحث والتطوير ودعم المؤسسات العاملة في مجالات العلوم والتقنية والتواصل معها .

ولن يتأتى تطور العلوم والتقنية إلا من خلال الإهتمام الكبير بالتعليم والبيئة التعليمية ، الأمر الذي يعد الركيزة الأساس في تعزيز قدرة المواطنين على المشاركة على نحو فعال في المجالات التنموية والاجتماعية والبيئة ، وفي إيجاد جيل يستوعب التغيرات السريعة في مجالات العلوم والتقنية ويواكبها ويعمل على نقلها وتوطينها وتسخيرها لخدمة الوطن والمواطنين .

ومع أهمية العلوم والتقنية الكبيرة والواضحة للتنمية وإعتبارهما من أهم مؤشراتنا ، إلا أنهما لا يظهران مدى تطور مجتمع ما بمعزل عن خلفياته التاريخية والاجتماعية والثقافية والبيئية . وفي الواقع إذا لم تسترشد السياسات العلمية والتقنية والتنمية بمفهومها العام بتلك الخلفيات فإن كثيراً من برامجها ومشاريعها ستصبح له نتائج قليلة الفائدة أو حتى غير مرغوبة .

كما أنه من الضروري جداً توجيه العلوم والتقنية ووضع السياسات والخطط المستقبلية لهما ، وذلك ليس فقط لمواكبة التغيرات المتوقعة في أساليب التنمية والأنظمة البيئية والسكانية ، ولكن أيضاً للتحكم في مقدار ونوعية تلك التغيرات وتوجيهها لما فيه الخير والنفع بإذن الله .



# نظرات في مسألة التقدم العلمي والتقني

١ / عبد الله بن سليمان القفاري



تدور حول معرفة الأشياء والظواهر وأسبابها والعلاقات بينها، فإن التقنية تركز على الاستفادة من هذه المعرفة بتسخير هذه الظواهر والقوانين لخدمة أهداف التنمية، فال تقدم العلمي والتقني يربط المعارف المكتسبة بالتوظيف الأمثل في عملية التنمية للمجتمعات البشرية.

إلا أن ما يجب التأكيد عليه هنا، هو أن مفهوم التقنية الحقيقي لا يعني مجرد شراء أو استيراد أحدث الأجهزة والأدوات أو امتلاك أحدث المصانع ولا حتى التدريب على تشغيلها فقط - كما قد يتصور أغلب الناس - بل إن المفهوم الأشمل والأدق لهذا المعنى يتضمن معرفة نظم هذه الأجهزة، وكيفية صنعها والقوانين النظرية المبنية على أساسها، وطرق إصلاحها وتطويرها والسيطرة عليها، فالمعول عليه هو ممارسة وبناء التقنية، وليس مجرد شرائها أو استيراد منجزاتها.

كما أن الاقتران الدائم لمسمى العلوم بالتقنية ارتبط كذلك بالتلازمة بينهما، إذ أن التقدم التقني يتطلب في الغالب تقدماً ومناخاً علمياً جيداً، حيث أن الأصل في التقدم التقني أنه جاء نتيجة وثمره وتوظيف للتقدم العلمي.

## إشكالية التقدم العلمي والتقني

شكل التقدم العلمي والتقني خلال القرن العشرين بالذات، وفي كافة المجالات أعظم تطور صناعي لم تشهد له البشرية مثيلاً عبر تاريخها كله، قامتداً لا اختراع أجهزة الاحتراق الداخلي، واكتشاف القوة

إن التسارع الذي شهدته وتشهده حقول العلوم والتقنية أصبح السمة المميزة لهذا العصر، حيث ارتبطت القوة الإقتصادية والعسكرية لبلدان العالم المتقدم بمستوى إنجازاته العلمية والتقنية، وتحولت هذه العلاقة إلى لازمة مترابطة انعكست على الأوضاع والعلاقات السياسية والإقتصادية بين دول العالم.

مزيج من الموجودات المادية والموارد البشرية والقدرة التنظيمية اللازمة لتوليد وسائل وأدوات واستخدامها بكفاءة في إنتاج السلع والخدمات وتطويرها تمثيلاً مع الاحتياجات والمتطلبات الإقتصادية والإجتماعية.

ولذا فهي تظل العنصر الرئيس في أي نشاط إقتصادي يتصل بالتنمية وحيارة السلع والخدمات وإنتاجها واستخدامها وتسويقها وتوزيعها

والتقنية لفظة معربة لكلمة (تكنولوجيا) ذات الأصل الإغريقي، وتعرف بأنها كلمة ذات دلالة تشمل حسن توظيف أحدث المتاح من المعارف المكتسبة في عملية التنمية توظيفاً ماهراً يستوجب الإحاطة التامة بالقوانين والنظم التي تحكم ذلك وأساليب وطرائق تطبيقها. (١)

أما العلوم فهي النظريات والمعارف التي تم جمعها وتصنيفها أو إكتشافها وتطويرها ودراسة العلاقة فيما بينها.

ومن هذا المنطلق يمكن ربط العلم والتقنية بحلقة واحدة، فإذا كانت العلوم

وفي ظل ظروف التخلف العلمي والتقني وجدت بلدان العالم النامية ( ومنها لاقطار العربية )، أنها تعيش علاقات قصادية ودولية غير متكافئة تعمل لصالح البلدان الصناعية المتقدمة، التي مازالت تمسك بمفاتيح القوة والغلبة والهيمنة في ظل تقدمها الشديد في مجالات العلوم والتقنية التي سخرتها لخدمة أهدافها.

وتبقى مسألة التخلف العلمي والتقني لذي تعاني منه دول العالم الثالث - وإن كان على درجات متفاوتة - مسألة حاضرة في كل مشروع تقدمي، يهدف إلى إحداث نقلة نوعية تقيل عبثة هذه الدول وتحررها من وضعية المستهلك بما يلحق بهذا الدور من تبعية إقتصادية وسياسية وعسكرية، إلى وضع آخر يمكن أن ينقلها إلى وضعية المنتج في ظل سباق تقني محموم، يباعد كل يوم بين مستويات المنجز ويدفع إلى تعميق الهوة بين تلك المستويات بشكل لم يشهد له مثيل من قبل.

## مفهوم العلوم والتقنية

يرى بعض الباحثين أن التقنية هي

الكهربائية ومكنات الخياطة وصناعة الصلب وصناعة النفط في القرن التاسع عشر ، إستمرت هذه النهضة الصناعية في القرن العشرين لتظهر المصانع العملاقة للمحركات والعربات والسيارات عبر خطوط التجميع المتحركة ، وتطورت صناعة النفط وأساليب التنقيب وصنعت الطائرات وبرزت الصناعات الكيميائية والمكننة الزراعية وصناعة أجهزة الاتصال وتقنيات الترانزستور التي قادت بسرعة مذهلة إلى صناعة الحاسبات الإلكترونية ، وكانت أعظم الانجازات التقنية هي رحلات إستكشاف الفضاء ، وتطورت الصناعات العسكرية وأستفادت من معطيات التقدم العلمي ووظفت هذه المعطيات في تطوير الأسلحة التقليدية والذرية والكيميائية .

ولعل ما يطالعنا في الآونة الأخيرة من تطورات مذهلة في مجال الهندسة الوراثية يحمل مؤشرات مهمة على التأثير الخطير الذي يحمله التطور البحثي في هذا المجال على إنسان القرن الحادي والعشرين .

وغني عن القول أن العقل الجمعي والفرد في العالم الصناعي المتقدم أصبح مؤطراً باهتماماته بالبحث العلمي والتطور التقني ، الذي بات يشكل همه اليومي ويصوغ نشاطه الفكري وتطلعاته المستقبلية ، وأصبح مديناً له بما حققه من تطور في مختلف نشاطاته الاقتصادية والعمرانية والخدمات الإجتماعية ، مما انعكس على رفاهية وارتفاع مستوى حياته الإجتماعية ، ناهيك عن التفوق العسكري والسياسي الذي وظفته هذه المجتمعات عبر مؤسساتها الدولية في خدمة أهدافها وتطلعاتها .

أما دول العالم النامية والمتخلفة علمياً وتقنياً وصناعياً - مع الاختلاف النسبي في درجة نموها ودرجة تخلفها والتي منها الدول العربية - فهي تعاني أشد المعاناة من آثار هذا التخلف الذي تزداد درجته افتراقاً يوماً بعد يوم في ظل نمو تقني متسارع وحديث لا يهدأ ولا يفتتر .

ولتقريب التصور حول آثار التخلف العلمي والتقني على الشعوب والمجتمعات

والدول يمكن الإشارة إلى مثالين هنا : أولهما : يمس الأمن الغذائي لهذه المجتمعات في ظل طفرات سكانية وأنماط استهلاكية ملحة ، فمثلاً هناك قصور كبير في استغلال الأرض الزراعية ، ففي إفريقيا على سبيل المثال ، هذه القارة التي تزخر بكل الموارد الطبيعية والثروات الهائلة والتي تعاني من مجاعة دائمة وأمراض مستوطنة ، هناك مجال للاستغلال الزراعي لأكثر من ٦٠٠ مليون هكتار قابلة للزراعة ، وفي العالم العربي تقدر المساحة المتاحة بـ ١٩٨ مليون هكتار لا يستغل منها سوى ٤٠ مليون هكتار (٢) تدرج تحت الزراعة المطرية بشكل رئيسي ، أما في دولة مثل مصر فإن الأرض القابلة للزراعة لا تزيد عن ٦٪ فقط من مساحتها .

وعلى اعتبار أن هناك العديد من المعوقات التي تعترض طريق التنمية في تلك المناطق ومنها المعوقات الاقتصادية والإدارية والسياسية والاجتماعية ، فإن عنصر الاستخدام التقني في العملية الزراعية بشكل مرشد ( المكننة الزراعية ) يمثل محوراً هاماً يمكن أن يساهم في زيادة مساحة الرقعة الزراعية بطاقات بشرية أقل وبأساليب حديثة تساهم في زيادة المحصول ووفرته ، وهذه تعتمد - بالإضافة إلى المكننة الزراعية - على الاستفادة من نتائج البحوث العلمية في عملية الانتاج الزراعي التي أفاد منها الغرب كثيراً ، وجنى ثمار التطبيق العملي لنتائج الدراسات العلمية ( التطبيق التقني ) ، لذا فإن الأمن الغذائي لن يتحقق دون الاستثمار الأمثل للأرض ، خاصة في ظل شح الموارد المائية وأنجراف الأرض الزراعية والتصحّر .

إن إستجداء الغذاء من الدول المنتجة له سيكون له نتائج وخيمة مستقبلاً ، وسيقابلة تنازلات وتكاليف إقتصادية متصاعدة ترهق ميزان المدفوعات لتلك الدول ، وقد تحملها قروصاً بفوائد متصاعدة تجعلها تدور في حلقات الديونية الدائمة مما يجعلها تراوح مكانها داخل خطوط الفقر التي تحاصرها كما يظهر ذلك الآن .

وهناك مثال آخر يبرز سيطرة الشركات العالمية في الدول المتقدمة تقنياً مما يجعل تكاليف نقل التقنية إلى أي دولة نامية مكلف للغاية ، نتيجة احتكار سوق التقنية في الدول الصناعية ، لأن هذه الشركات بما تملكه من تقنية في الإنتاج والتمويل والمحاسبة والتسويق يمكنها رفع قيمة تكاليف الآلات والمعدات والمصانع التي تصدرها للدول المحتاجة ، سواء التكاليف المباشرة أو حتى غير المباشرة مثل ( حقوق الإمتيازات - براءات الاختراع - العلامات التجارية ... ) ، وهي كلها غير محددة القيمة وتختلف تكاليفها من دولة إلى أخرى ، وهذه التكاليف تمثل من ٣٠-٥٠٪ من التكاليف الكلية للمشروع (٣) ، مما يجعل الدول المتخلفة - من هذه الناحية - أسيرة للدول الصناعية ومرهونة بإرادتها ، وبالإضافة إلى التكاليف الباهظة التي تزيد أعباءها وإحتياجها المستمر لخبرات تلك الدول ، كما أنها قد تحرم من أي تقنيات صناعية ترى الدول المالكة أن إمتلاكها من قبل أطراف أخرى قد يهدد مصالحها وإمتيازاتها .

إن كثيراً من المشروعات التي نفذت في بعض بلدان العالم النامي واستخدمت فيها تقنيات عالية ونفذت بأسلوب « التقنية الكاملة » أي المشروعات الجاهزة بالمفتاح ، كانت مشروعات منفذة بتقنيات عالية وحسب مقاييس الدول الصناعية المتقدمة ، لكنها كانت باهظة الثمن مكلفة الصيانة ، إضافة إلى أن بعض مقاييس تنفيذها لم تكن تناسب الدول المستفيدة منها ، مما أثر سلباً على مسيرة التنمية فيها ، وقد تكون هذه إحدى مساوئ النقل الصناعي المباشر وإمتلاك قوالب جاهزة دون محاولة بناء قاعدة للاستحواذ على تلك التقنيات وتطويرها محلياً ...

وتشير بعض الإحصائيات التي تتبع ( ترصد ) حركة الصادرات للدول الصناعية إلى أن الصادرات الإجمالية للدول الصناعية إلى نحو ١٥ دولة إسلامية في الشرق الأوسط في مجال الآلات قد ارتفعت من ٥,٥ بليون دولار عام ١٩٧٠م



المتلقي المستفيد من بلد عربي - كمصر - عندما أرسلت وقدأ في بداية عصر الميجي بعد عام ١٨٦٨م للتعرف على سر النهضة المصرية بين عصر محمد علي وعصر إسماعيل .

كما أنه من المفارقات أيضاً أنه حتى عام ١٩١٣م كانت نسبة الإنتاج القومي العام في مصر للفرد الواحد أعلى منها في اليابان ، وكذلك معدلات التجارة الخارجية المصرية كانت ضعف المعدل الياباني للفرد الواحد ، بالإضافة إلى كون نظام السكك الحديدية المصرية - في ذلك الوقت - أكثر تغطية للمساحة العامة للبلاد من السكك اليابانية مقارنة بالمثل الواحد في البلدين .

إن الأنموذج الياباني وما استجد من نماذج أخرى - حققت قفزات هائلة في مضمار التقدم العلمي والتقني - جديرة بالقراءة الواعية على الصعيد التربوي التعليمي ، في تلك البلدان ، وذلك لبناء تصور أفضل يعين على تلمس الخل ، واستدراك ما يمكن إستدراكه ، والتأسيس لبناء نظام تعليمي تربوي يتواصل مع تراث المجتمع ، ولا يتفصل عن حاجاته وتطلعاته .

### ● لغة العلوم

يشكل إنتشار العلوم والمفاهيم العلمية والتقنية باللغة الأم توطئاً - في حقيقة الامر - لهذه العلوم ، فالعلوم والتقنية لا تستوطن بلداً عامة شعبها لا يفهم لغتها ، وقد شكل هذا الاتجاه علامة مميزة في تجارب الأمم المتقدمة في هذا المضمار والمنطلقة إلى التقدم بما فيهم أصحاب التجارب التاريخية كاليابان ، أو التجارب الحديثة ككوريا ، ودول جنوب شرق آسيا ، وغيرها التي انحازت إلى التعليم بلغاتها الأم . ومما يجدر ذكره أن المصانع العملاقة في أنحاء العالم يعمل بها ويدير آلاتها آلاف العمال والفنيين من تلك الشعوب الذين يتعاملون ويتفاعلون مع أدواتها بلغاتهم التي يجيدونها ويتعاملون ويفكرون بها ومن خلالها ، مما يجعلهم يبدعون ويطورون تقنياتها من خلال تعاملهم معها بلغتهم الأم .

إن استخدام اللغة الأم في مجال العلوم

وأهميته في هذه المسألة ، ولعل قراءة في جذور التربية اليابانية وخصائصها المميزة مثلاً قد تساعدنا على تلمس عوامل الإخفاق عند النظر في مسألة توظيف الإعداد التربوي التعليمي في مجال التنمية العلمية والتقنية في الدول النامية .

إن روح التلمذة الجادة يعدها الدارسون للتجربة اليابانية (٤) هي السمة البارزة وكلمة السر في التفوق الياباني ، وكما يقول بعضهم « بأن العالم كله بالنسبة للياباني ما هو إلا مدرسة واسعة ، مدرسة لا تفرض مناهجها وأفكارها على الطالب ، وإنما الطالب هو الذي يختار وينهل من علومها ومعارفها وتجاربها ما يشاء وكيف شاء » .

إستمد نظام التربية والتعليم الياباني قوته في روحه وصرامته وتصميمه على الكسب والتحصيل من روح الأمة اليابانية التي تملك هذا الحسن الرفيع من حسن التلمذة الدائمة إلى القدر الكبير من الفضول المعرفي الذي يدفعها لاستطلاع ما لدى الآخرين من معارف وتجارب ، بالإضافة إلى أن التعليم في اليابان يعتبر خدمة وطنية عامة وواجباً قومياً يتجاوز أي جهد فردي أو فئوي خاص ، وأنه في مناهجه ومقدراته وتوجيهاته يمثل عامل التوحيد الأهم لعقل الأمة وضميرها ، فمنذ مراحل التعليم الإلزامية الأولى لا يسمح فيه بتعددية المناهج والفلسفات التربوية ، كما أن اليابان لم تؤخذ ببريق الدراسات النظرية الغربية من فلسفات وحقوق وإنسانيات وانصرفت إلى تأسيس قاعدتها العلمية التقنية الصناعية ، ولا يزال التعليم المهني مقدماً على النظري ، ونقطة القوة الأساسية في النظام التربوي هناك ليس جامعات وإنما معاهد التقنية المتوسطة التي تمثل عموده الفقري ( التي مثلت وتمثل في الوقت ذاته نقطة الضعف في النظم التربوية العربية التي بنت أمجادها على كليات الحقوق والآداب كما يقول الدكتور محمد جابر الأنصاري )

ولعل من المفارقات التاريخية بين العرب واليابان ، أن تقف اليابان موقف

لى حوالي ١٠٠ بليون دولار عام ١٩٨٢ م ، ورافق هذا الإرتفاع زيادة في الأثمان بلغت ٨ أضعاف ، ولنا أن نتصور حجم هذه لبالغ - كيف ارتفع - بعد عقد آخر من الزمن في ظل حاجات المنطقة المتنامية وعلى كل الأصعدة .

## عوامل مؤثرة في التقدم العلمي والتقني

الحديث عن عوامل التقدم العلمي والتقني حديث متشعب وطويل تتداخل فيه عوامل كثيرة تاريخية وسياسية واقتصادية واجتماعية وتربوية ، ولا يتوقع في مثل هذا المقال أن نحيط بالشيء الكثير من هذه العوامل .

ولعلنا هنا نتطرق إلى بعض منها والتي نراها فاعلة ومؤثرة بعمق في مسألة التقدم العلمي والتقني كما يلي :-

### ● النظام التربوي :

إن التقدم العلمي والتقني هو في الأساس ثمرة لتقدم حضاري ، وهذا منوط في أولى مقوماته إلى بناء صيغة أو عقلية جمعية تقدر هذه المسألة وتجعلها أولوية في سلم حياتها .

ونحسب أن صناعة الوعي منوط بعامل لم نحسن التعامل معه بعد ولم نضعه في سياقه الحضاري وبالذات عندما ننظر إلى مسألة التقدم العلمي في بلداننا العربية التي تتطلع إلى النمو .. الا وهو سباق التربية والتعليم .

إن الإهتمام بالنظم التربوية وإصلاحها هو المؤشر الأول على إمكان إنبعاث وإصلاح حضاري شامل ، وغني عن القول أن نؤكد أن التربية بآثارها العميقة في حياة الأمم هي السبيل الأمثل لمواجهة الأخطار المحدقة وبناء الكيان الصلب .

ولدينا نماذج حية على دور التربية في تنمية وصيانة وتطوير ظاهرة التفوق الحضاري والتميز التقني ، ولعل الظاهرة اليابانية أو الألمانية أو تجربة النمر الآسيوية القريبة تؤكد عمق هذا المعنى

والتقنيات المرتبطة بها سيخرج بالعلم من دائرة القلة التي تتقن لغة أجنبية إلى أوساط وعموم المثقفين والفنيين والعمال حين توضع بلغتهم ، وعندما يقرأ كل هؤلاء المرتبطين بالعلوم المادة العلمية بلغتهم الأم التي يحسنونها سيشكل ذلك رفعا للمستوى العلمي لهم ، وسيساهم في صياغة شخصية الإنسان صياغة علمية متجددة تجعل العلم ومتابعة تطورات جزءاً من اهتماماته ، إذ يزول عائق كبير كان يحول دون استثمار القدرات الفنية الشاب والناشئة في دفع وتنمية قطاع العلوم ومنتجاته .

إن قراءة في تجارب الدول التي طورت قاعدتها الصناعية وقطعت أشواطاً كبيرة في السباق الحضاري ( العلمي والتقني ) ، وانحازت في الوقت نفسه إلى لغاتها لتجعل منها لغات التعليم بكل مستوياته ليؤكد أهمية دعم سياسة تعريب العلوم والتقنية كمدخل مهم من مداخل التقدم العلمي والتقني في المنطقة العربية ، وإن كان ذلك يجب أن يخضع لاشتراطات واستعدادات وأجهزة مسؤولة تتبنى هذا الاتجاه وتراقبه بعيداً عن الاندفاع العاطفي والحماس القومي .

وإذا كنا قد أشرنا إلى أن من مقومات التقدم العلمي والتقني إصلاح العملية التعليمية وربطها بتطلعات التنمية ، فإن وجود سياسة للإعلام العلمي والتقني ، والإهتمام بمسألة التوعية العلمية سواء على مستوى النشء أو على مستوى بناء وتشكيل رأي عام في المجتمع هي مسألة مهمة ومكملة للأدوار التربوية ، ومن شأنها أن تساعد على ترسيخ النظرة الإيجابية تجاه العلم والعلماء والفنيين والتقنيين عموماً .

### معوقات التقدم العلمي والتقني

وإذا كانت مقومات التقدم العلمي والتقني ترتبط بعوامل اجتماعية بيئية وتعليمية واقتصادية وسياسية ، وهذه العوامل متداخلة ومتراصة ، وإذا كنا قد أشرنا إلى طرف من تلك العوامل

وخاصة ما يتعلق منها بالعملية التعليمية فإن هناك معوقات كثيرة دون تجاوزها لا يتوقع أن يتحقق إنجاز يذكر على صعيد التنمية والنهضة العلمية والتقنية ، ولعلنا نعرض لبعضها :

● غياب السياسات الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية - تربط بين سياسات التنمية الوطنية الشاملة وبين السياسات التعليمية والعلمية والبحثية - يؤدي إلى تعطيل وتحيد مقوم مهم من مقومات التقدم العلمي والتقني ، إذ لا يتصور أن يكون هناك تقدماً علمياً وتقنياً في ظل فجوة قائمة بين نشاطات التنمية في بلد ما واتجاهات البحث العلمي والتطوير التقني ، وإذا لم يكن هناك إشراك كامل للمخططين العلميين والتقنيين في رسم سياسات التنمية الوطنية ، وربطها بشكل أو بآخر بعائد يتفاعل مع اتجاهات البحث والتطوير ونقل التقنية فستكون هناك حلقات مفقودة تؤثر تأثيراً بالغاً على أي توجه يهدف إلى إحراز تقدم في مجال العلوم والتقنية بشكل عام .

### ● ضعف التمويل

تُظهر التقارير والدراسات التي تنشر عن واقع الإهتمام بالعلوم والبحث العلمي في دول العالم إلى ضعف المخصصات المالية التي تنفق في هذا الاتجاه في بعض الدول النامية ، ومنها الدول العربية ، فقد أظهر تقرير نشرته المنظمة الدولية للتربية والثقافة والعلوم « اليونسكو » عن العام ١٩٩٦م (٥) أن الدول العربية ( ضمن مجموعة الدول النامية ) تنفق على قنوات البحث العلمي بين ٠,١٪ - ٠,٢٤٪ من إجمالي ناتجها القومي مع الأخذ بالإعتبار الفروقات الكبيرة في إجمالي الناتج القومي للدول العربية الغنية والفقيرة ، إلا أن هذه الأرقام تبدو متواضعة إذا ما قورنت بما تنفقه الدول المتقدمة والتي لا يقل إنفاقها على قنوات البحث والتطوير العلمي عن نسبة ٢٪ من إجمالي ناتجها القومي ( حيث تعتبر هذه النسبة الحد الأدنى

لمستوى الإنفاق ) مع ملاحظة الفروقات الشاسعة بين إجمالي الناتج القومي للدول المتقدمة والدول العربية .

تبرز هذه الأرقام ولاشك معوقاً مهماً يؤثر سلباً على اتجاهات دعم قطاع العلوم والتقنية في تلك الدول ، ولكن لا يجب أن يغيب عن الأذهان ارتباط هذا العامل بعوامل أخرى تتأثر بغياب السياسات الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية ، فحجم الاستثمار في هذا القطاع يدعمه دوره الفاعل والمتوقع في مسألة التنمية إجمالاً ، وهذا هو الذي يشكل رايماً عاماً يدعم توفير الدعم المالي لهذا القطاع . ولعلنا نذكر هنا أن الإنفاق الكبير للدول المتقدمة على مشروعاتها ونشاطاتها البحثية سرعان ما يتحول إلى استثمار هائل تجنى موارده بسرعة عبر عمليات التصدير والإنتاج الصناعي الذي يستوعب نتائج البحث العلمي ويرتبط به عبر آلية استطاعت الدول المتقدمة أن ترسي قواعد ما منذ بضعة عقود حيث أصبحت جزءاً من منظومته السياسية وتركيبته الاقتصادية .

تشكل قلة الموارد المالية المخصصة للبحث والتطوير وعدم توفير الحوافز المادية والاجتماعية المناسبة للعاملين في هذا المجال معوقاً ضمن المعوقات العديدة التي تؤثر على التقدم العلمي والتقني ، خاصة في ظل أجواء ثقافية لا تعطي الأولوية لدعم هذه النشاطات ولا تميزها عن نشاطات بحثية ( إنسانية - إجتماعية ) تستهلك حصص تمويلية كبيرة إذا ما قورنت بعائد نشاطاتها .

ولعل من المناسب الإشارة هنا إلى أن إنتشار البيروقراطية والروتين في المؤسسات العلمية والبحثية - بسبب إغتمادها في الغالب على المخصصات المالية التي تقدمها لها الدولة ، وبالتالي التشريعات المنظمة لعملها - قد يسهم في التأثير على دورها المتوقع في رعاية هذا القطاع ، وعليه فإن التحرر التدريجي والبحث عن مصادر تمويل من قطاعات صناعية مستفيدة من نشاطات مراكز



خدمة برامج التنمية .

### نظرة في تجارب التفوق والامتياز

إن النظر في تجارب الأمم التي سبقتنا في مضمار التقدم والرقي المادي الحضاري والاستفادة منها مسألة أساسية في اشتراطات النهضة ، وتؤكد هذه المسألة عندما تكون تلك الأمم أو الدول أو الشعوب منذ بضعة عقود في صف الدول النامية أو المتطلعة للنمو ، مثل تجارب بعض الدول التي حققت في السنوات الأخيرة قفزات هائلة في مضمار التقدم الصناعي كبعض دول جنوب شرق آسيا كإندونيسيا وماليزيا وغيرها من مجموعة ( النمر الاسيوية ) ، تلك التجارب جديرة بالدراسة والنظر ونعتقد أن فرص الاستفادة منها كبيرة خاصة في ظل تشابه بعض الظروف ووجود روابط ثقافية مشتركة .

إن تأسيس مراكز فكرية لهذا النوع من الدراسات الإستراتيجية كفيل بأن يضع المخططين لبرامج العلوم والتقنية أمام فرصة كبيرة لبناء برامج عملية وممكنة وذات فرصة أوسع للنجاح والتحقيق .

### الهوامش

(١) د. زغلول راغب النجار ، قضية التخلف العلمي والتقني في العالم الإسلامي .

(٢) د. محمد نور ، المعوقات التي واجهت العالم الإسلامي في إحراز تقدم نحو الأمن الغذائي ، ندوة الأمن الغذائي في العالم الإسلامي ، عمان ، الأردن ، ١٩٨٧ م .

(٣) عبدالفتاح موسى ، مشكلات التقدم التقني في السعودية وأثرها على التنمية ، الاقتصاد والنفط ، عدد يوليو ١٩٨٧ م .

(٤) د. محمد جابر الانصاري ، جذور التربية اليابانية وخصائصها المميزة ، مجلة رسالة الخليج العربي .

(٥) د. محمد إبراهيم السويل ، تقرير اليونيسكو لواقع العلوم ، نشرة أخبار المدينة ، عدد ٤ شعبان ١٤١٧ هـ .

والاجتماعية ، وتوجيه الموارد المحدودة لخدمة أهداف محددة يشكل عاملاً مهماً من عوامل توظيف العلوم والتقنية في تحقيق أهداف التنمية . ولعل البلدان النامية بقدرتها على تحسين ما هو تقليدي وتكييف المستورد واستعماله على نحو فعال ، وابتكار واستحداث تقنيات تتفق والحاجات الإنمائية ، وتوجيه عمليات البحث في إطار الحاجات والتطلعات الممكنة وسرعة العائد ، لعله العامل الأهم الذي يجب أن تعنى به استراتيجيات وخطط البناء لديها .

### ● ندرة القوى الوطنية العاملة

تعاني بعض دول العالم النامية ( ومنها بعض الدول العربية الغنية ) من استخدام الأيدي العاملة والمهارات الأجنبية بشكل واسع ، وغالباً ما يعود ذلك لاعتبارات اقتصادية ( لتدني الأجور ) ، إلا أن الاعتماد على تلك العمالة في وسائل الإنتاج التي تمثل الحلقات الأهم في منظومة العمل الصناعي يعوق تطوير وتهيئة المهارات والكوادر الوطنية ، وهذا لا شك يمثل معوقاً مهماً يحول دون بناء كفاءات محلية قادرة على التعامل مع أدوات الإنتاج ، والتفاعل معها ، وصولاً إلى بناء أجيال تحترم العمل المهني ، وتتفرغ له وتدرك آثاره على برامج حياتها ومستقبلها ، وهذا لا يمكن تحقيقه إلا عبر تخطيط واع لاحتلال عمالة محلية وطنية تكتسب قيم ومهارات العمل وتندمج في آفاقه وتشكل القاعدة الأهم في برامج تصنيعية تطويرية قادمة ، ومهما قيل عن أي برامج إنتاج لا تقوم على عناصر محلية إنما هي برامج لا يعول عليها في المستقبل ، ولا ينتظر أن ترفد حركة التقدم في تلك البلاد . لذا تأتي هنا متطلبات ، مثل : تحديد المستوى الأدنى لأجور العمالة الوطنية ، وتحفيز الكفاءات الوطنية واستقطابها ، وتهيئة الأجواء والمناخات المناسبة للإبداع والعطاء .

إن تنمية الموارد البشرية على اختلاف مستوياتها المهنية هي الحلقة الأهم في أي خطط أو سياسات تهدف إلى خلق قاعدة صناعية تستثمر مقومات العلم والتقنية في

مؤسسات البحث كفيل بخلق قاعدة بحثية عاملة مشاركة يعزز دورها ويقويه في المجتمع والدولة .

### ● عدم فعالية التخطيط التقني

يتحول التخطيط التقني إلى اتجاهات لا تجد لها صدًى في الواقع الإقتصادي الاجتماعي ما لم يرتبط بمؤشرات لحاجات الوطنية ، كما أن ارتباطه بخطط قطاعات الصناعة والزراعة والطاقة الإسكان والتعليم والنقل وغيرها يوفر طلباً محلياً على نتائجه وبرامجه . إلا أن غياب آليات توفر القدرة على تفعيل نتائج لبحث العلمي والتقني لتصب مخرجات لموسسة في أوجه نشاطات الحياة الاجتماعية والإقتصادية ، قد يضعف أدوار لبحث العلمي ولا يرتقي بها في سلم لحاجات الاجتماعية التي تتم مراقبتها . التطلع إلى نتائجها .

إن هناك حلقات مفقودة - لا بد من استكمالها - بين نتائج العمليات البحثية وبين تجسيدها على أرض الواقع ، ولعل استكمال هذه الحلقات منذ أمد بعيد لدى لعالم الصناعي المتقدم أفرد موقعاً مميزاً لعلم ومنتجاته ، حيث جعل الاندماج فيه سلوب حياة وبرامج مستقبل وليست مجرد تطلعات .

### ● غياب مؤشرات التوجهات البحثية

إن الراصد لإتجاهات البحث العلمي في دول العالم النامي يدرك أن كثيراً من لتوجهات البحثية تبدو خليطاً غير مؤطر بين إتجاهات البحث الموجه أو إتجاهات لبحث الاستكشافي ، ولعل محدودية لتمويل وغياب السياسات العلمية بعيدة المدى يجعل مساحة الإجهاد التي تضبط لعلاقة بين هذه الإتجاهات واسعة تستوعب خليطاً قد يفتقر إلى التجانس والتناغم بين تلك الإتجاهات .

وقد يبدو أحياناً - إن لم يتم إدراكه - أن بناء أنظمة بحثية في مجال العلوم يجب أن لا يكون تقليداً لأنظمة قائمة في العالم الصناعي المتقدم ، إذ أن النظر إلى الإمكانيات المتاحة والظروف المحلية والاقتصادية



مبنى الإدارة العامة لمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية





## معنى التكنولوجيا

عرض د . دحام العاني

صدر هذا الكتاب عن دار دلمون للنشر في نيقوسيا ( قبرص ) عام ١٩٩٥م ، لمؤلفيه الدكتور أسامة أحمد سامح الخالدي ويوسف أحمد الشيراوي ، وقد قدم لهما الكتاب الدكتور غازي القصيبي ، جاء الكتاب في خمس وخمسين ومائة صفحة من القطع الصغير ، وقد بدأه المؤلفان بتمهيد أوضح فيه أن الكتاب ليس أكثر من ملخص للنتائج التي توصل إليها كل منهما في مجال اختصاصه وممارساته العملية .

لناقشة العوامل التي قادت إلى انتقال التكنولوجيا إليهما وتطويرها باعتبارهما قد حققا نجاحاً نموذجياً للدول الأخرى . جاء الفصل الثالث تحت عنوان « التكنولوجيا في العصر الراهن » ، وذكر المؤلفان القاريء بالدور الذي لعبته الحروب على مر التاريخ في تطور التكنولوجيا عموماً خاصة آلات الحرب ، ويضرب المؤلفان مثلاً على ذلك هو تطور صناعة الحديد تحت ضغط الحروب في الامبراطورية الفارسية . وقد انسحب هذا التأثير على العصر الراهن خلال الحرب العالمية الثانية حين جندت الدول المتحاربة جميع طاقاتها العلمية والتقنية لخدمة تطور التكنولوجيا العسكرية وخاصة القنبلة الذرية ، وبهذا قد ولدت للمرة الأولى في التاريخ ما يسمى « بحملات المهام » التي استدعت تجنيد تخصصات متعددة مثل الفيزيائيين والكيميائيين والرياضيين والمهندسين وتركيز جهودهم المشتركة لتحقيق هدف معين ، وقد أدت هذه الظاهرة إلى ارتباط أوثق بين العلوم الأساسية والتكنولوجيا ، ومن ثم إلى تطور تكنولوجيا جديدة وبسرعة فائقة ، مثل تكنولوجيا الطاقة النووية ، والرادارات والمحركات النفاثة والصواريخ والترانسستور والمضادات الحيوية والألياف الصناعية وبعض الكيمائيات . وتشترك جميع هذه التكنولوجيات المتطورة في خصائص متماثلة أهمها أنها تتطلب إنفاقاً مالياً كبيراً لقيامها على البحث والتطوير وما يتطلبه من قاعدة معلومات

حيث بينا أنها تمت من خلال أربع مراحل ، تمثلت المرحلة الأولى في المرحلة البدائية للإنسان القديم والممتدة منذ بدء وجوده على الأرض وحتى اكتشافه الزراعة ، وقد انحصرت التكنولوجيا خلالها في تصنيع أدوات الصيد ومعالجة الجلود والحشائش لتحويلها إلى كساء له . أما المرحلة الثانية وهي مرحلة الزراعة وقد حاكى فيها الإنسان الطبيعة ، واستزرع بعض النباتات ليتغذى عليها وتخزين الفائض منها ، وتتمثل المرحلة الثالثة في المرحلة الصناعية الأولى وقد بدأ فيها الإنسان باستخدام مصادر جديدة للطاقة لا تقتصر على الحيوانات وعلى قدراته الخاصة بل انتقل إلى الطاقة الحرارية لتسيير الآلات ، ومن ثم ابتداء التحول نحو التصنيع خلال هذه المرحلة . أما المرحلة الرابعة فقد ابتدأت مع الحرب العالمية الثانية ، وقد تم خلالها الربط بين العلوم الأساسية والتقنية ، وبدأ خلالها التباين الواضح بين الدول وتطور تصنيفها إلى دول متقدمة وأخرى متخلفة . وقد بين المؤلفان أن المراحل السابقة لتطور التكنولوجيا كانت متداخلة قليلاً ، وتحدثنا عن العلاقة بين العلم والتكنولوجيا ، وأشارا إلى أن متانة العلاقة بينهما تظهر في البلدان المتقدمة بينما يبقى تأثير العلم ضعيفاً على التكنولوجيا في البلدان المتخلفة ، وأن العلاقة طردية مع التكنولوجيات المتطورة وليس مع التكنولوجيات البسيطة ، ثم اختتم المؤلفان هذا الفصل باستعراض نموذجين هما الولايات المتحدة واليابان

وقد اشتمل الكتاب بالاضافة إلى المقدمة والتمهيد على ثمانية فصول جاءت كما يلي : تناول الفصل الأول التكنولوجيا عموماً ، حيث أشار المؤلفان إلى أن تاريخ استخدام الكلمة يرجع إلى القرن السابع عشر ، عندما وردت عنواناً لموسوعة عن الحرف المختلفة ، ثم تطرقا إلى تطور استخدامها ومدلولها ، كما أوضحا الفرق بين العلم والتكنولوجيا ، فأشارا إلى أن العلم هو معرفة منظمة معلنة ، في حين أن التكنولوجيا هي أسرار المهنة غير المعلنة أو هي « سر الصنعة » ، وأنها ليست هندسة مجردة وليست إبداعاً بالمعنى المتعارف عليه وإنما هي القدرة على إنتاج سلع أو تقديم خدمات بصورة تنافس الطرق المتبعة ، ثم انتقل المؤلفان إلى تحليل عناصر التكنولوجيا أي العنصر البشري ، والآلات والأدوات والمواد الأولية وعنصر التسويق ، كما أشارا إلى العناصر الثانوية في المنظومة التكنولوجية مثل نوعية الأفراد ومستويات تعليمهم ونوعية تدريبهم ، وأخيراً ربطا ما بين التخلف التكنولوجي والتخلف العلمي ولم يغيب عنهما التذكير بأهمية طلب العلم والمعرفة كما حث عليها الدين الإسلامي وكيف أن القرآن الكريم قد خصص جزءاً كبيراً منه في حث المسلم على التأمل والتفكير وتفعيل العقل وهو ما يحتاجه المسلمون في الوقت الراهن وهم رهناء التخلف والتهقر . تناول المؤلفان في الفصل الثاني تطور التكنولوجيا ومراحلها التاريخية ،

ضخمة . كذلك تشترك هذه التكنولوجيات المتطورة في احتياجها إلى استثمار رأسمالي كبير عند تأسيسه ، فضلاً عن ذلك تتسم هذه التكنولوجيات المتطورة بإحتياجها إلى عمالة عالية التدريب وعمالة بسيطة جداً ، وتحتاج أيضاً إلى أسواق كبيرة لاسترجاع رأس مالها المستثمر .

بعد ذلك انتقل المؤلفان إلى ضرب أمثلة عن التطور التكنولوجي بعد الحرب العالمية الثانية في أربعة بلدان ذات خصائص مختلفة هي اليابان - الهند - كوريا وإسرائيل . أما الفصل الرابع فقد أقرده فيه المؤلفان خصائص المنظومة التكنولوجية حيث بينا فيه أن للنظم التكنولوجية خصائص نابعة من طبيعتها واعتمادها في معالجتها لهذه الخصائص على التعريف الذي أورده في الفصل الأول من الكتاب ، فأوضحنا أن من خصائص هذه النظم ترابط حلقات الإنتاج التكنولوجي فيها ، وشبهها عمل النظام بالسلسلة التي يقرر ترابطها قوة جميع حلقاتها ، ولو تصادف وجود حلقة ضعيفة واحدة فإن قوة تحمل أو شد السلسلة يتوقف على مدى تحمل أو ضعف حلقاتها . وكذلك التكنولوجيا حيث تقرر كفاءة النظام التكنولوجي بأضعف حلقاته ولذلك فإن تقوية النظام لابد أن تبدأ من تقوية هذه الحلقة الضعيفة ، بمعنى آخر فإن أكبر كفاءة ممكنة لأي نظام تكنولوجي هي الحالة التي تعمل فيها جميع عناصر النظام بنفس الطاقة والتي تتساوى فيه كفاءتها وبذلك لا يكون هناك هدر للإمكانات .

كما يبرز أيضاً في خصائص المنظومة التكنولوجية أهمية العامل الإقتصادي ، فليس هناك تكنولوجيا دون القدرة على استيعاب منتجاتها أي دون تسويقها وبثمن مربح ، كما ليس من الضرورة أن يكون الربح أنيباً بل من الأهمية إقناع أصحاب القرار في النظام التكنولوجي أن يكون هناك ربح آت في المستقبل ، وهذا لايعني أن يكون الربح مادياً فقط ، ففي بعض الحالات تتدخل أمور سياسية خاصة عندما تكون الحكومة هي صاحبة القرار وتضع اعتبارات سياسية في مقدمة أولوياتها مثل الأمن العسكري أو الغذائي أو مثلاً توفير فرص عمل لمواطنيها ، ولكن وبشكل عام يبقى تأثير السوق هو الأكثر حسماً في اندثار أو بقاء التكنولوجيا وتطورها ، ويتعلق بالعامل الإقتصادي ويحدده عامل الكمية الذي يرتبط به تكلفة إنتاج الوحدة حيث أن زيادة الإنتاج تتناسب عكسياً مع تكلفته عموماً .

واختتم المؤلفان الفصل الرابع بشرح أحد أهم خصائص المنظومة التكنولوجية وهي الأطوار التي لابد أن تمر بها وأوضحنا أن هناك خمس مراحل لها ، هي : الاستخدام ، والتشغيل ، والصيانة المحلية ثم ، التعديلات ، والتطوير وأخيراً مرحلة التصنيع .

شرح المؤلفان في الفصل الخامس نماذج نظرية لعمل المنظومة التكنولوجية وقارنا بين هذه النماذج ، ففي النموذج الأول الذي أطلقا عليه النموذج الكلاسيكي ( التشرحي ) إستعرض المؤلفان عناصر هذا النموذج ، وهي البحث العلمي الأساس والبحث العلمي التطبيقي ثم التطوير والإنتاج الفعلي ، وشبهنا هذا النموذج بشجرة جذورها هي البحوث الأساسية وجذعها البحوث التطبيقية وفروعها الأولى هي التطوير أما ثمارها وأوراقها فهي الإنتاج . وأشارا إلى أن هذا النموذج ينطبق بدرجة كبيرة على المنظومة التكنولوجية الغربية الحالية ، في حين لا ينطبق على البلدان النامية ، أما النموذج الثاني فهو النموذج الوظيفي وشبهنا هذا النموذج بثلاث دوائر متقاطعة هي التعليم والإنتاج والأبحاث ، ويحدث الاختلاف بين البلاد المتطورة الكبرى والصغرى والبلاد النامية بعمل كل دائرة من هذه الدوائر واتصالها وعلاقتها ببقية الدوائر ، أما النموذج الثالث الذي تعرض له المؤلفان فهو النموذج الاحيائي وفيه يشبه المؤلفان التكنولوجيات بالكائنات الحية ويطبقا من خلال هذا التشبيه النظريات الاحيائية على عمل المنظومة التكنولوجية . إذ أن كلا النظامين الاحيائي والتكنولوجي معقد وقادر على التكاثر الذي لا يتم تلقائياً ، كما أن توقف عمل أي من مكونات النظام الاحيائي أو التكنولوجي يؤدي إلى توقف عمل النظام وموته ويصبح من شبه المستحيل عكس هذا الاتجاه وإحياء النظام .

بعد ذلك انتقل المؤلفان إلى شرح استراتيجيات التكنولوجيا حيث أفردها لها الفصل السادس ، وبيننا دور الدولة في تحديد الاتجاه الذي تتخذه المنظومة التكنولوجية وخاصة في فترات الحروب ، وتطرق المؤلفان في هذا الصدد لنجاح المنظومة التكنولوجية اليابانية ، وحللا خطة اليابان لحيازة التكنولوجيا ، وبيننا العوامل التي تركز عليها ، وهي الاختيار المركزي للتكنولوجيا المناسبة ، وتوحيد الجهة المفاوضة في شراء التكنولوجيات ونجاحها في ذلك نتيجة تراكم الخبرات في هذا

الخصوص ، وبالتالي حصولها على أفضل الشروط ، والاستيعاب الكامل للتكنولوجيا وتطورها المتدرج ، بعد ذلك عرض المؤلفان استراتيجيات الدول النامية لنقل التكنولوجيا عموماً ثم ، انتقلنا إلى الاستراتيجية البريطانية وآلياتها .

شرح المؤلفان في الفصل السابع المنظومة التكنولوجية في العالم العربي ، ونفى المؤلفان بالأرقام والمقارنة ما يشاع خطأ عن أن البلاد العربية ، هي بلاد غنية حيث بينا أن دخل الدول العربية مجتمعة بما فيها دول النفط وعدد سكانها يتجاوز ٢٥٠ مليون هو أقل من دخل أسبانيا لوحدها ويقارب ثلث دخل إيطاليا ، وحذرا من أن هذا الخطأ قد أشاعته الصحافة الغربية لإضفاء صفة الثراء على العرب وصديق العرب أنفسهم وتصرفوا على هذا الأساس مع الأسف ، بعد هذه المقدمة حلل المؤلفان المنظومة التكنولوجية العربية من زاوية النموذج الوظيفي الذي تحدث عنه الكتاب في الفصل الخامس وحللا عناصرها ، وفي هذا الصدد تحدثنا عن واقع البحث العلمي في البلاد العربية فأشارا إلى أنه يغلب عليه البحوث الأساسية ويتركز عموماً في الجامعات وفي بعض المراكز البحثية التخصصية ، وقلمنا نجد وجوداً لهذا البحث في الشركات . ثم انتقل المؤلفان إلى التعليم والتدريب ضمن عناصر المنظومة التكنولوجية العربية وشرحا نقاط الضعف فيه ، وخاصة فيما يتعلق بالنمط الفرنسي في التعليم الذي يحاكيه هذا النظام كما هو الحال في مصر وسوريا ، وتركيز هذا النمط على التلقين وحفظ المعلومات والهالة التي تحاط بها الاختبارات في هذا النمط من التعليم ، إضافة إلى ذلك فإن التعليم في الوطن العربي يتمتع بإستقلالية عن المجتمع ونظامه الإقتصادي والتكنولوجي ، ثم انتقل المؤلفان إلى العنصر الأخير في المنظومة التكنولوجية العربية وهو الإنتاج ، وناقشنا أسباب فشل الصناعات الوطنية العربية ، ومن ثم القضاء على التكنولوجيات المرتبطة بها ، وربطنا ذلك بالانفتاح على البضائع الإستهلاكية الأوروبية ، وعدم قدرة الصناعات الوطنية على منافستها ومن ثم تدهورها وتراجعها . أما الجانب الزراعي في المنظومة التكنولوجية العربية ، فقد حدد النقص الكبير في المياه من تحقيق الأمن الغذائي المطلوب ، مما جعل البلاد العربية بلاداً مستوردة للطعام ، وقد أشار المؤلفان إلى



# عالم في سطور

**بنجت أندرز روبرتسون**  
(Bengt A. Robertson)

سدم الإهتمام العربي بتقنين المياه إستعمالاتها، كما تفعل كثير من الدول عتى الغنية منها بالمصادر المائية، وختم لؤلفان هذا الفصل بمحاولة وضع توجهات الكفيلة بإصلاح المنظومة تكنولوجية العربية.

أما الفصل الثامن والأخير فقد لخص به المؤلفان أهم استنتاجاتهما عن المنظومة تكنولوجية وبشكل خاص ما ينطبق منها على العالم العربي، فأشارا إلى العلم التكنولوجي والعلاقة بينهما، وتحدثا عن ستياعاب التكنولوجيا وشروط التحقق منها، كما تحدثا عن الاستيعاب المكلف التدريجي ومحدودية استيعاب جميع لتكنولوجيات وضرورة الانتقاء الملائم منها، ثم خطة السياسة التكنولوجية مهمة عمل المنظومة التكنولوجية، وأهمية سرونه الخطة التكنولوجية، وضرورة صلاح النظام التعليمي، والتركيز على لبحث العلمي، وتشجيع الأقطار المنبثقة من العاملين في الصناعة، وأخيراً تشجيع لمشاريع الصغيرة غير المجربة والرائدة التي يتقدم بها الأفراد الجريئون بمالهم وقتهم، ثم اختتم المؤلفان الكتاب بذكر بعض المراجع المختارة في إطار لتكنولوجيا وأعطيا فكرة عن كل مرجع.

ومما لا شك فيه أن هذا الكتاب مميز يختلف كثيراً عن الكتب التي تطرقت لهذا لموضوع، ويعود ذلك إلى التباين الواضح بي خبرات مؤلفيه فالدكتور الخالدي كاديمي بحث له باع طويلاً في الدراسات العليا وتنمية القدرات العلمية. أما الأستاذ لشيراوي فهو أحد خبراء التنمية في لبحرين وقد عاصر من خلال تدرجه لوظيفي وممارساته العملية العقود لحاسمة للعملية التنموية في البحرين، كما نه أحد المنظرين لها، فضلاً عن أنه راصد إاع للتطور الذي شهدته منطقة الخليج لعربي في الربع الأخير من هذا القرن. قد عالج الكتاب الكثير من المسائل لتكنولوجية باختصار أحياناً. وبإفاضة بي أحيان أخرى حسب مقتضى الحال، ذلك فهو كما ذكرنا في المقدمة لا يصلح أن كون كتاباً أكاديمياً أو شاملاً عن الموضوع، لانه سيكون مفيداً للقاريء وللباحث عن وعامي التخلف التكنولوجي الحالي للأمة عربية، ومن ثم فهو كتاب ترجع فوائده لأساسية إلى إثارته حفيظة الانتقاد التفكير لدى القاريء، وهو ما تحتاجه عملاً الأمة قبل أن تترتد الطريق السليم الأمثل نحو التطور التقني المنشود.

وبيروجيا .

\* عضو لعدد من الجمعيات المتخصصة لطب الأطفال .

● الإنجازات العلمية :

\* إجراء بحوث بالغة الأهمية تتعلق بتطوير أسلوب علاج متلازمة ضيق التنفس وتطبيقه على المواليد الخدج، وذلك بوساطة المواد المقلدة للتوتر السطحي في الحويصلات الرئوية، حيث قام وفريقه البحثي بدراسات رائدة في مجال وظائف الجهاز التنفسي، مستخدمين في ذلك حيوانات التجارب، وقد كانوا أول من أثبت فعالية المواد المقلدة للتوتر السطحي في الوقاية من المتلازمة في المقدمات ناقصة النمو، ومن ثم أثبتوا فائدتها العلاجية الأكيدة في الأطفال الخدج .

\* نشر - مع زملائه - أكثر من مئتي بحث وما يقرب من عشرين ومئة مرجع أو مقال أو فصل في كتاب .

● الجوائز والتقدير العلمي :

\* جائزة الملك فيصل العالمية للطب بالاشتراك لعام ١٤١٦هـ - ١٩٩٦م .

المصدر :-

الفائزون بجائزة الملك فيصل العالمية (١٤١٦هـ - ١٩٩٦م).

● الاسم : بنجت أندرز روبرتسون

● الجنسية : سويدي .

● تاريخ ومكان الميلاد : ١٩٣٥م ،

استكهولم ، السويد .

● المؤهلات العلمية :

\* دراسات طبية في معهد كارولينسكا ، أستكهولم ، السويد ، بين عامي ١٩٥٣ - ١٩٦٠م .

\* شهادة الدكتوراه ، معهد كارولينسكا ، أستكهولم ، السويد عام ١٩٦٨م .

● الوظيفة الحالية :

مدير قسم باثولوجيا الأطفال ، مستشفى كارولينسكا ، معهد كارولينسكا ، أستكهولم ، السويد .

● أعماله :

\* عضو في هيئة التدريس في قسم علم الأمراض في معهد كارولينسكا ، السويد .

\* استشاري أمراض الأطفال بمستشفى سانت جوربان .

\* أستاذ أمراض الأطفال بمعهد كارولينسكا .

\* رئيس قسم الأمراض بمستشفى سباتسبرج ومستشفى سانت جوربان في أستكهولم .

\* أستاذ زائر في جامعتي تورنتو



# كتب صدرت حديثاً

الكتاب والسنة في الإقبال على العلم وتقدمه وتطوره .

ويتناول الكتاب بشيء من التفصيل إنجازات المسلمين ومشاهير علمائهم في عدة علوم كونية مختلفة هي بالترتيب علوم الأرض ، والفلك ، والرياضيات ، والفيزياء ، والكيمياء ، والصيدلة ، والطب . وانتهى الكتاب بسرد لمائة وأربعة عشر من المراجع العربية ، وفهرساً لمحتويات الكتاب .

## المدخل إلى البرمجة الهيكلية بلغاء البسيك

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤١٧هـ / ١٩٩٦م عن مكتبة الشقري بالرياض ، وهو من تأليف كل من د. عمر حامد ، وأ.د أحمد علام ، ود. عدنان بري ، ود. محمد المالكي ، كلية العلوم ، جامعة الملك سعود .

يقع الكتاب في ٣٢٨ صفحة من القطع المتوسط موزعة على عشرة أبواب ، وخمسة ملاحق ، وقائمة بالمراجع العلمية .

تتناول أبواب الكتاب من الأول إلى العاشر بالترتيب : مقدمة ، ومرحل إخراج البرامج ، وأساسيات لغة البسيك ، جملة الإسناد وجمل الإدخال والإخراج ، وجمل المنطقية ، وجمل الاختيار ، وجمل التكرار ، وخوارزميات أساسية ، والمتغيرات ذات الأدلة ، والبرامج الفرعية .

القطع المتوسط ، ويحتوي على تقديم للشيخ عبد الرحمن الباني ، وتعليق للدكتور محجوب عبيد طه ، ومقدمة للمؤلف ، ومَدْخلاً للكتاب يشتمل على نبذة تاريخية عن تاريخ العلوم وأثر



## سلسلة الخريجي التعليمية في الفيزياء للصف الثالث الثانوي

الف هذا الكتاب الدكتور / محمد شفيق الكفاني ، وصدرت الطبعة الأولى منه عام ١٤١٧هـ / ١٩٩٦م عن دار الخريجي للنشر والتوزيع بالرياض .

يتألف الكتاب من ستة فصول تتناول بالترتيب الموضوعات التالية : التوازن ، وقوانين نيوتن ، والشغل والطاقة وقانوني حفظ الطاقة وحفظ كمية الحركة ، والحركة الدائرية والحركة التوافقية البسيطة ، والحركة الموجية ، وآثار التيار الكهربائي ومصادره .

ويقع الكتاب في ٤٢٩ صفحة من الحجم المتوسط ويحتوي على العديد من الأشكال والعلاقات والقوانين ، و ٤٧٥ سؤال ومسألة محلولة ، ومسائل اختبارات محلولة وغير محلولة في نهاية جميع الفصول لسنوات سابقة . وينتهي الكتاب بثبط للمراجع العربية والانجليزية ، وملحق لحالات تحليل القوى إلى مركبات ، وفهرس لمحتويات الكتاب .

## لمحات في تاريخ العلوم الكونية عند المسلمين

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤١٧ / ١٩٩٦م ، وقام بتأليفه أ.د / عبد الله بن عبد الله حجازي ، قسم الكيمياء ، كلية العلوم ، جامعة الملك سعود . يتألف الكتاب من ٢٣٧ صفحة من



## مصطلحات علمية (\*)

الناتج لتوليد البخار في محطة التوليد .

**Plaster** \* ملاط

خليط لدن من مواد مختلفة - مثل خليط الجير أو الجبس مع الماء - يتجمد فيصبح صلباً متماسكاً .

**Refraction Index** \* معامل الانكسار

النسبة بين السرعة الطورية للضوء في الهواء إلى سرعته الطورية في وسط معين .

**Saponification Value** \* قيمة التصبن

عدد مليجرامات هيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لتصبن الدهن أو الزيت أو الشمع في جرام واحد من عينة من مادة معطاة ، باستخدام اختبار المواصفات الأمريكية (ASTM) .

**Tall Oil** \* زيت الصنوبر

مزيج راتنجي - زيتي بلون اصفر يميل إلى السواد وذو رائحة كريهة - مؤلف من مواد عالية الوزن الجزيئي ( مثل راتنج القلونية وأحماض دهنية واسترول وكحول ) ، ومواد أخرى مستمدة من النفاية السائلة لعجينة الخشب . يستخدم زيت الصنوبر في الزيوت المجففة للطلاء والراتنجات القلوية ، ومواد تشميع الأرضيات والصابون والشحوم .

**Thinner** \* مرقق

سائل يستعمل لترقيق الطلاء أو الورنيش أو الأسمت أو مواد أخرى ، مع إعطائه القوام المطلوب .

**Yellow Cake** \* الكعكة الصفراء

الراسب النهائي الذي يتكون بعد طحن خام اليورانيوم .

(\*) المصدر :

معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا  
معهد الإنماء العربي .

كمهدئ للنيوترونات ، كما أنه يعمل أحياناً كمبرد لجسم المفاعل .

**Inhibitor** \* مثبط

مادة يمكنها إيقاف أو إبطاء معدل تفاعل كيميائي حتى عند وجودها بتركيز منخفض .

**Iodine Value (Number)** \* عدد اليود

معدى عدم تشبع المركب أو المزيج وذلك بقياس اليود الممتص - في وقت محدد - من مادة غير مشبعة كيميائياً مثل الزيت النباتي أو المطاط .

**Irradiation** \* تشعيع

تعريض مادة ما إلى أشعة جاما ، أو الأشعة فوق البنفسجية أو أي اشعاع مؤين آخر .

**Latent Heat** \* حرارة كامنة

كمية الحرارة التي يمتصها أو يطلقها جزيء جرمي ( وحدة الكتلة ) من مادة عند تغير حالتها الفيزيائية ( الانصهار أو التسامي أو التبخر ) عند درجة حرارة وضغط ثابتين .

**Nuclear Fuel Cycle** \* دور وقود المفاعل

عمليات تحضير عناصر الوقود وتجميعها لاستعمالها في المفاعل ، واستنفاد المنتجات الثانوية المشعة من الوقود المستهلك ، وإعادة معالجة المادة المنشطرة المتبقية داخل عناصر الوقود الجديدة .

**Pressurized Water Reactor** \* مفاعل الماء المضغوط

مفاعل نووي يجري فيه الماء بضغط كاف - لمنعه من الغليان - لتهدئة وتبريد وقود اليورانيوم . يستخدم الماء المسخن

**Aromatization** \* تعطير

تحويل المركبات الهيدروكربونية غير العطرية - خاصة المشتقات النفطية - إلى مركبات هيدروكربونية عطرية .

**Calcination** \* أكسدة حرارية ( تكليل )

تسخين المادة تحت ظروف مؤكسدة أو إلى درجة حرارة عالية دون صهرها . ومثال ذلك تسخين الخامات أو المركبات أو الرواسب أو المتخلفات حتى تتحلل الهيدرات أو الكربونات أو المركبات الأخرى ، وتطرد المواد المتطايرة دون صهر المادة الأساس .

**Colloidal Dispersion** \* تبعثر غرواني

مخلوط مكون من مادتين ، توجد إحدهما ( الطور المبعثر ) في حالة شديدة الإنقسام ، وموزعة بشكل منتظم خلال المادة الثانية ( وسط التبعثر ) وقد يكون كل من الطور المبعثر ووسط التبعثر غازاً أو سائلاً أو صلباً .

**Extender** \* ممد ( باسط )

مادة تستخدم لتمديد أو بسط ( تغيير خصائص ) الراتنجات والخزفيات والدهانات والمطاط .

**Fire Retardant** \* معوق احتراق

مادة كيميائية تستخدم لتكسية المواد القابلة للاشتعال - مثل الدهانات والمنسوجات واللدائن والمطاط - أو تدخل كأحد مكوناتها ، فتقلل أو تزيل قابليتها للاحتراق .

**Gas Cooled Reactor** \* مفاعل مبرد بالغاز

مفاعل نووي يتم تبريده بغاز مثل الهواء أو ثاني أكسيد الكربون .

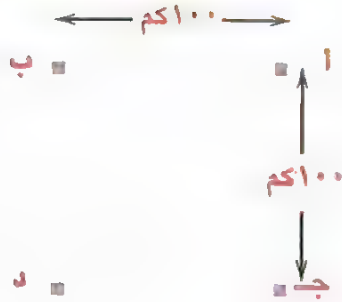
**Heavy Water Reactor** \* مفاعل الماء الثقيل

مفاعل نووي يُستخدم فيه الماء الثقيل



## مسابقة العدد

### « الطريق الأقصر »



ترغب وزارة المواصلات في تنفيذ طريق معبد يصل القرى أ ، ب ، ج ، د التي تقع على رؤوس مربع طول ضلعه ١٠٠ كم بأقل تكلفة ممكنة .  
ما هو طول أقصر طريق يصل هذه القرى بعضها ببعض ؟

### حل مسابقة العدد الأربعة

#### « الجملة المحيرة »

الجملة التي قالها الرجل :

( إن صاحبي الغني أمر بمنحي قطعة الأرض التي مساحتها ألفي متر مربع وعلى ثلاثة شوارع ) .

\* تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة العدد الأربعة «الجملة المحيرة» ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد . ونظراً لأن أحداً لم يتوصل إلي الحل الصحيح ، فإننا نتمنى للجميع حظاً وافراً في مسابقات الأعداد المقبلة .

### أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « الطريق الأقصر » فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :-

- ١- ترفق طريقة الحل مع الإجابة .
- ٢- تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .
- ٣- يوضع عنوان المرسل كاملاً .
- ٤- آخر موعد لتسلم الحل هو ١٤١٨/٤/١هـ .

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحة جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .





## ٣- الليزر الكيميائي

### إعداد د. عطية بن علي الفاسدي

الليزر الكيميائي هو نوع من الليزرزات الغازية التي تنتج عن طريق التفاعل الكيميائي بين العناصر الغازية. وهو مثال مهم لتحويل الطاقة الكيميائية الناتجة من تفاعل الغازات إلى طاقة كهرومغناطيسية كبيرة، وبالتالي فإن شعاع الليزر الكيميائي له قدرات عالية تصل إلى ٣٠٠ كيلووات في بعض الأحيان.

يستخدم الليزر الكيميائي بصفة أساس في التطبيقات العسكرية، مثل: إنتاج مدفع يعمل بالليزر يمكن استخدامه لتدمير هدف على بعد عشرة كيلو مترات، ويتم في مثل هذا النوع من المدافع استخدام مرآة بقطر ٧٠ سم، لتركيز أشعة الليزر المنتجة حتى تستطيع إصابة الهدف بدقة متناهية.

### أنواع الليزرزات الكيميائية

هناك عدة من أنواع الليزرزات الكيميائية، من أهمها: ليزر فلوريد الهيدروجين، وفلوريد الديوتيريوم واليود وغيرها، ويوضح جدول (١) التفاعلات الكيميائية

مصدر الليزر	التفاعل	الطول الموجي (ميكرومتر)
اليود (I)	$O_2 + I \rightarrow O_2 + I^*(\text{trans})$	١,٣
فلوريد الهيدروجين (HF)	$F + H_2 \rightarrow HF^* + H_2$	٢,٥ - ٢,٦
	$H + F_2 \rightarrow HF^* + F_2$	٢,٥ - ٢,٦
كلوريد الهيدروجين (HCl)	$H + Cl_2 \rightarrow HCl^* + Cl$	٤,١ - ٢,٥
فلوريد الديوتيريوم (DF)	$F + D_2 \rightarrow DF^* + D$	٤,١ - ٢,٥
بروميديد الهيدروجين (HBr)	$H + Br_2 \rightarrow HBr^* + Br$	٤,٧ - ٤,٠
أول أكسيد الكربون (CO)	$CS + O \rightarrow CO^* + S$	٥,٨ - ٤,٩
ثاني أكسيد الكربون (CO <sub>2</sub> )	$DF^* + CO_2 \rightarrow CO_2^* + DF$ (بالانتقال)	١١,٠ - ١٠,٠

جدول (١) التفاعلات والطول الموجي لمجموعة من الليزرزات الكيميائية.

والطول الموجي لمجموعة من الليزرزات الكيميائية. يستخدم ليزر فلوريد الهيدروجين في نطاق الأشعة تحت الحمراء التي تمتص بشدة في الغلاف الجوي، بينما يستخدم ليزر فلوريد الديوتيريوم -

بسبب اختراقه الجيد للغلاف الجوي - في تطبيقات عدة، ولكن يعاب عليه انخفاض الكفاءة وتكلفته العالية. من جانب آخر يمتاز ليزر اليود بأن له طول موجي قصير - ١,٣ ميكرومتر - ناتج بسبب الانتقالات الإلكترونية التي تضخ بواسطة انتقال الطاقة من جزيئات الأكسجين المستثارة في التفاعل الكيميائي، جدول (١).

### طريقة عمل الليزر الكيميائي

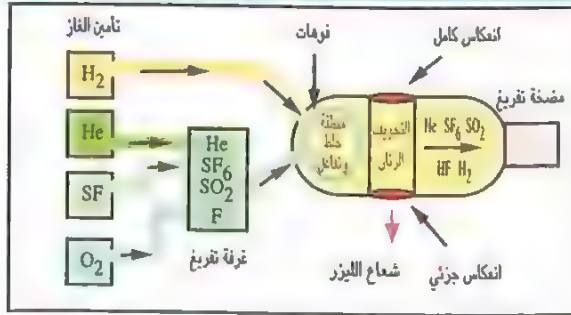
لا تختلف طريقة عمل الليزرزات الكيميائية بعضها عن بعض، وفيما يلي شرح لطريقة عمل ليزر فلوريد الهيدروجين كأحد الأمثلة على عمل الليزر الكيميائي.

يمتاز ليزر فلوريد الهيدروجين بأنه متوفر تجارياً، وله قدرات منخفضة، ويعمل بانتقالات جزيئية تتذبذب على مجموعة من الخطوط في نطاق ٢,٦ - ٢,٣ ميكرومتر معطياً قدرات ليزرية أكثر من عشر كيلو وات، وطاقات نبضية تقدر بعشرات الكيلو جول، وبكفاءة أكثر من ٤٠٪، يوضح شكل (١) طريقة عمل

فلوريد الهيدروجين، وذلك كما يلي: - دخول غازي الهيدروجين والفلور إلى غرفة التفاعل من خلال فوهتين، حيث يختلطان لتشكيل غاز فلوريد الهيدروجين في حالة الاستثارة الاهتزازية.

- تدفق غاز فلوريد الهيدروجين سريعاً من خلال الفوهات ليحبر منطقة التفاعل إلى منطقة التجويف الرنان.

- انبعاث فوتونات أشعة

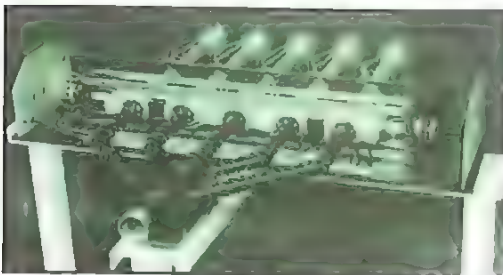


● شكل (١) طريقة عمل فلوريد الهيدروجين.

الليزر تحت الحمراء في فوهة التجويف الرنان، حيث تنبعث الجزيئات المستثارة بعملية الإنبعاث الحثي، بعدما يتم التخلص من الغاز بواسطة الضخ.

- يتم تزويد غازي الهيدروجين والفلور عن طريق مفاعلين، أحدهما يزود غاز الهيدروجين النقي، أما الآخر فيزود غاز الفلور النقي، وبسبب سمية غاز الفلور فإنه يستخدم على شكل غاز سفوهميسكات الفلور (SF<sub>6</sub>) الأكثر أماناً وأسهل استخداماً، ويتم إنتاج غاز الفلور المستثار من (SF<sub>6</sub>) بواسطة التفريغ الكهربائي في وجود غاز الأكسجين، ويكون الناتج غاز الفلور المستثار مع غاز ثاني أكسيد الكبريت، ويضاف غاز الهليوم إلى الخليط المتدفق كغاز مجفف.

- يحدد التجويف الرنان - طوله ما بين ٦٠ - ١٠٠ سم - بزوج من المرايا المتقابلة، إحداها عاكسة بنسبة ١٠٠٪، والأخرى عاكسة بنسبة أقل - ٩٥٪ - لإنفاذ شعاع الليزر. مما يجدر ذكره أن الأشكال التجارية لليزرزات الكيميائية تأتي على وحدات بحيث يكون تدفق الغاز فيها على التوازي بالنسبة للتجويف الرنان الذي يأتي على التوالي، ويوضح شكل (٢)، ليزر كيميائي مكون من خمس وحدات غازية متوازية بعضها ببعض ومرتبطة بخمسة وحدات تجويف متسلسلة على التوالي.



● شكل (٢) توجيه حزمة من أشعة الليزر الضوئية



شكل (٢)

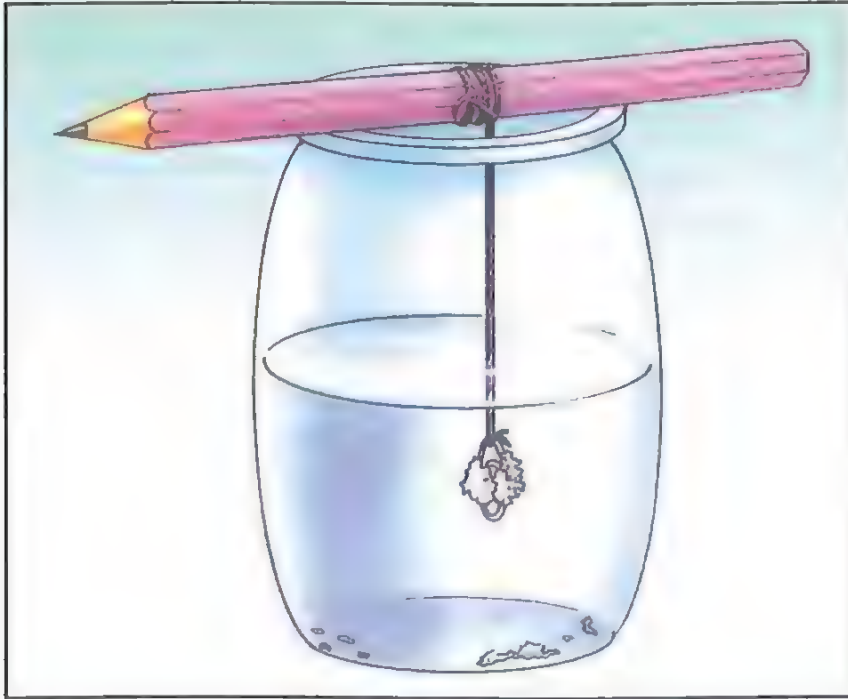
الخيوط وإربط طرفه الآخر في قلم الرصاص، ثم ضع قلم الرصاص على فوهة الجرة، بحيث يتدلى المشبك والخيوط داخل المخلوط، شكل (٢). ضع الجرة في مكان آمن وعد إليها بعد عدة أيام.

ماذا ستلاحظ؟

المصدر:

Young Scientist Vol. 1, The Planet Earth.

- ١- أخرى مع التحريك، شكل (١).
- ٢- إملا الوعاء الصغير بالماء الحار، ثم ضع فيه الجرة التي تحتوي على المخلوط، شكل (٢)، واستمر بإضافة صودا الغسيل مع التحريك حتى تحصل على محلول مشبع بالملح.
- ٣- اترك المخلوط يبرد، ثم صبه في الجرة الثانية.
- ٤- اربط مشبك الورق في أحد طرفي



شكل (٣)

# من أجل فلذات أكبارنا

## البُورَات



توجد المعادن - في بعض الأحيان - على هيئة بُورَات. وتختلف هذه البُورَات في أشكالها، وعدد الأسطح، وزوايا أركانها. ويطلق على بعضها اسم الأحجار الكريمة.

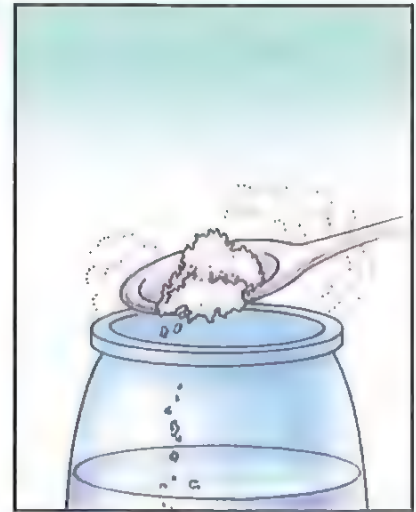
ويمكنك أن تحصل على بعض البُورَات بنفسك بالتجربة التالية :

### الأدوات

خيوط، ملعقة شاي، ماء حار، مشبك ورق، قلم رصاص، صودا الغسيل (كربونات الصوديوم) أو أي ملح آخر، جرتين من الزجاج، وعاء صغير.

### خطوات العمل

- ١- إملا إحدى الجرتين بالماء الحار ثم أضف إليه كمية من صودا الغسيل وحركه بالملعقة حتى تذوب، ثم أضف كمية



شكل (١)



# بحوث علمية

## تدهور خواص المواد البلاستيكية

### الناتج عن تأثير العوامل الجوية في المملكة العربية السعودية

قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في الفترة من ١٤٠٩هـ إلى ١٤١٣هـ بتمويل مشروع بحثي يهدف إلى دراسة تدهور خواص المواد البلاستيكية الناتج عن تأثير العوامل الجوية في المملكة العربية السعودية.

وقد تم إجراء البحث بمعهد البحوث، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن، الظهران، وكان الباحث الرئيس للمشروع هو الدكتور محمد بكر أمين.

#### • أهداف المشروع

تمثلت أهداف المشروع فيما يلي :-  
\* التحقق من التدهور التدريجي لخواص المنتجات البلاستيكية المستخدمة في الأغراض المختلفة من خلال تعرضها لعوامل جوية طبيعية وإصطناعية في أماكن مختلفة.  
\* دراسة أثر المناخ على المواد البلاستيكية المستخدمة في بيت زراعي محمي نموذجي.  
\* تطوير نماذج علاقية ترابطية لنتائج التجوية الطبيعية والإصطناعية المتسارعة، ونموذج لتوقع تدهور الخواص الرئيسة للبلاستيك بناء على فترة التعرض والعوامل الجوية.

#### • خطوات البحث

قام الفريق البحثي بإجراء عدة خطوات لإستكمال متطلبات البحث أهمها :-  
\* تحديد أنواع المنتجات البلاستيكية المصنعة في المملكة والمستخدمه على نطاق واسع في التطبيقات المختلفة، وقد تم حصرها في خمسة أنواع هي :-  
- طبقات رقيقة جداً ( أفلام ) من البولي إيثيلين منخفض الكثافة مستخدمة في البيوت المحمية.  
- البولي إيثيلين عالي الكثافة المشكل بالحقن.  
- شرائح أنابيب بولي كلوريد الفينيل ( P.V.C ).  
- أكياس البولي إيثيلين المصنعة من راتنج البولي إيثيلين.  
- طبقات رقيقة جداً ( أفلام ) البيت المحمي والتغطية الزراعية.  
\* اختيار وإعداد مواقع التعرض ( مدن الظهران، والرياض، وجدة، وتبوك، والباحة ) في المناطق المناخية التي تم تحديدها بناء على معلومات

في مظهر السطح الخارجي للعينة خلال عملية التجوية.

\* مراقبة وملاحظة عمر طبقات البوليمر الرقيقة المستخدمة في وحدة بيت زراعي محمي مزود بنظام الري إضافة إلى تأثير السماد الكيميائي ومبيدات الحشرات على عمر البوليمر.

\* مقارنة التغيرات الفيزيائية والكيميائية لعينات الطبقات الرقيقة للبيت المحمي التي تم وضعها في حوامل التعرض وتلك المستخدمة في وحدة البيت الزراعي المحمي لمعرفة عمر البوليمر.

\* إجراء تجارب التجوية الطبيعية والإصطناعية لمدة ١٠,٠٠٠ ساعة على عينات من البولي إيثيلين منخفض الكثافة بإستخدام وحدة محاكاة التجوية في مختبرات معهد البحوث لإيجاد علاقة ترابطية بين التجوية الطبيعية والإصطناعية يمكن من خلالها معرفة عمر عينات البولي إيثيلين منخفض الكثافة.

#### • نتائج البحث

تمثلت أهم نتائج البحث في الآتي :-

\* نمو الإمتصاص الكربوني ( ١٧٥١ - ١٧٤٠ / سم ) في جميع العينات ينسب متفاوتة حسب موقع التعرض بسبب تشكل منتجات التدهور في عملية الأكسدة الضوئية من المجموعات الجزيئية الموجودة في البوليمر من خلال عملية البلمرة والمعالجة والدورة الحرارية.

\* إنخفاض درجة حرارة الذوبان البلوري مع ارتفاع نسبة التبلور نتيجة لعملية التجوية الطبيعية، حيث إتضح أن تعرض البولي إيثيلين ( بوليمر شبه متبلور ) إلى تغيرات تركيبية وسطحية تؤدي إلى زيادة نسبة تبلوره نتيجة إعادة تنظيم الجزء غير المتبلور.

\* إنخفاض درجة حرارة التحول الزجاجي في عينات بولي كلوريد الفينيل ( PVC ) بعد ٢٦ شهراً من التعرض - في المواقع الخمسة - وذلك بسبب أكسدة التدهور، والإزالة الهيدروجينية للكربون في العينات، مما يؤدي إلى تشكيل كلوريد الهيدروجين والتفكك السلسلي.

\* يبدأ تدهور خواص العينات من السطح ويتدرج إلى داخل العينة.

\* يصل عامل التسرع في وحدة التجوية الإصطناعية إلى ١,٦ مقارنة بالتجوية الطبيعية.

\* تطوير نموذج رياضي لعينات طبقات رقيقة للبيت المحمي التي تم تعرضها في المواقع الخمسة، وإستعراض العلاقة المناسبة لتوقع قيمة كل من قوة الشد، ونسبة الإستطالة مع فترات التعرض.

\* زيادة مدى التدهور في وحدة البيت المحمي النموذجي بثلاثة أمثال التدهور الحادث في حوامل التعرض.

\* تطوير نموذج لتوقع معرفة عمر البوليمر المستخدم في التطبيقات الخارجية بالمملكة.

\* التوصل إلى نتائج تفصيلية وموثقة - لأول مرة - عن عمر المنتجات البلاستيكية في مواقع مختلفة بالمملكة.

\* أهمية إستخدام المثبتات فوق البنفسجية لتحديد عمر البوليمر بصورة ملائمة.

\* وضع توجيهات عن العمر الإستخدامي للبوليمر، وتوصيات للقيام ببحوث مستقبلية.

الأرصاء الجوية والإشعاعية لمختلف مناطق المملكة، إضافة إلى الرسم السطحي والتصوير الفضائي ( لاندسات ).  
\* وضع عينات أفلام البيت المحمي والتغطية الزراعية والأكياس في ماسكات من الألمنيوم بطول ١٥سم وعرض ٧سم في المواقع الخمسة المختارة.

\* تشكيل ٢٥٠٠ عينة ( ٥٠٠ عينة / موقع ) من البولي كلوريد الفينيل ( P.V.C ) على شكل شرائح بطول ١٤١سم وعرض ١٠سم.

\* تشكيل ٢٥٠٠ عينة ( ٥٠٠ عينة / موقع ) من البولي إيثيلين عالي الكثافة بطريقة الحقن الأسطواني في وحدة المعالجة البلاستيكية في معهد البحوث بجامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

\* وضع عينات المواد البلاستيكية - سابقة التشكيل - في خانات حوامل التعرض بواقع ٥٠ عينة من كل نوع في كل موقع من المواقع الخمس.

\* سحب نماذج من العينات الخمس كل شهر، ولدة ٢٦ شهراً، وتعيين بعض خواصها الفيزيائية بإستخدام طرق إختبار مختلفة هي :-

- مطيافية الفوريير تحت الحمراء ( FT - IR ) : لدراسة الموصفات التركيبية من خلال تغير مجموعة الكربونيل أثناء فترات التعرض الطبيعي، حيث يوضح التغير في المحتوى الكيميائي طريقة تدهور البوليمر المبني على التفاعل الكيميائي غير العكوس لجزيئات البوليمر.

- الماسح الحراري التفاضلي ( DSC ) : لدراسة التغيرات في الخواص الحرارية للعينات مثل درجة ذوبانية التبلور، ودرجة حرارة التحول الزجاجي، إضافة إلى نسبة التبلور للعينات غير المعرضة والمعرضة.

- كروماتوغرافيا الطرد الحجمي ( GPC ) : لتحديد التغير والتوزيع في الوزن الجزيئي.

- المجهر الإلكتروني ( SEM ) : لدراسة الخواص السطحية للعينات لمعرفة مدى التدهور الذي يحدث

## بطانية كهربائية لإزالة تلوث التربة

يعمل المهندسون منذ وقت طويل لابتكار حل لإزالة الملوثات الكربونية ، مثل : ثنائي فثيلات عديد الكلورة ( Poly Chlorinated Biphenyls -PCBS ) من المواد التي تلوثها . وحالياً ظهرت مؤشرات إلى إمكانية التخلص من هذه الملوثات في التربة عن طريق تحليلها بالحرارة الصادرة من بطانية كهربائية يتم فرشها فوق التربة الملوثة .

وقد نشرت مجلة علوم وتقنية البيئة ( Environmental Science & Technology ) في عددها الصادر في نوفمبر عام ١٩٩٦م نتائج الدراسات التي قام بها وليام إديلستين ( William A Edelstein ) ومجموعته من هيئة البحث والتطوير بشركة جنرال إلكتريك ، بنيويورك حيث أشارت إلى أن الباحثين تمكنوا من إزالة مركبات ثنائي فثيلات عديد الكلورة ( PCBS ) الناتجة من زيت تم رشه قبل عقد من الزمان على الأرض بفرض مقاومة الغبار ، وقد تم ذلك من خلال تجارب استمرت يوماً واحداً استخدمت فيها بطائين كهربائية . تم في هذه التجربة إحاطة البطانية - مساحتها ٢م - بأسلاك كهربائية تعمل كسخان عند درجة حرارة ٩٢٥م لتتمكن من رفع درجة حرارة الطبقة العليا من التربة - ١٥سم - إلى ٢٠٠م تقريباً ، وهي درجة حرارة كافية لتحلل المواد الملوثة للتربة تحت البطانية عن طريق الأكسدة الحرارية حيث انخفضت كمية الـ ( PCBS ) من ٢٠٠٠ جزء من مليون إلى أقل من جزئين من مليون .

وقد تابع إديلستين ومجموعته تجاربهم في هذا المجال حيث تمكنوا من إزالة ملوثات الـ ( PCBS ) حتى عمق ٤٠سم ولأراضي تزيد كمية ملوثاتها عن ٢٠٠٠ جزء من مليون . من جانب آخر تفكر شركة شل للبترول بمدينة هيوستن بنكساس في الدخول في صناعة تلك البطائين لإزالة ملوثات أخرى مثل الديوكسين ( Dioxins ) والمذيبات العضوية ، والمبيدات ، وربما المعادن الثقيلة مثل الزئبق والكاديوم والرصاص .

المصدر :

Science News, Vol 150, Nov. 1996, P388

المنحدرات من الملكة التي لها أكثر من ذكر يكون أكثر من الاختلاف الوراثي بين الشغالات المنحدرات من ملكة وذكر واحد . وبالتالي فإن أبناء الملكة من الذكور التي لها ذكر واحد لديهم ميل شديد لزيادة أعداد شقيقاتهم ، وهذا ما أكدته الدراسة التي أجريت بهلسنكي في فنلندا حيث اتضح زيادة الشغالات المنحدرات من ملكة لها ذكر واحد مقارنة بالشغالات المنحدرات من ملكة لها أكثر من ذكر .

تتلخص الدراسة المذكورة في تحديد جنس النمل من ٢٠٠٠ بيضة ، تم تجميعها من ٥٩ مستعمرة من نمل الخشب ( Formica Exsecta ) الذي يعيش في جزر فنلندا ولكل مستعمرة ملكة واحدة ، وقد أمكن لحوالي ٦٠٪ من مستعمرات النمل أن يكون للملكة ذكر واحد ، بينما كان للملكات بقية المستعمرات أكثر من ذكر . وتشير الدراسة أن لكل مستعمرة من المستعمرات عدد متساو تقريباً من البيض المنتج للذكور والإناث ، ولكن اتضح عند فحص البيض قلة أعداد الذكور في المستعمرات التي تم تلقيحها بذكر واحد مما يشير إلى حدوث أمر ما للبيض المنتج للذكور أو شرائقها ، وبالفعل أظهرت التجارب المختبرية اختفاء عدد من البيض المنتج للذكور عند وضعه مع بيض منتج للإناث النمل ، ويمكن تفسير هذه الظاهرة بالتجاهل أو القتل المتعمد من جانب شقيقاتهم الإناث .

ويعلق جون سيجر ( Jon Seger ) أن هذا الأمر يتعلق بالكيفية التي تتعرف بها الشغالات على شرائق الذكور ، وكذلك الذكور المشابهين لها وراثياً ، وتتعرف الباحثة الفنلندية سندستروم ( Sund Strom ) أنه حتى الآن لا يوجد دليل على الكيفية التي تتعرف بها الشغالات على البيض المنتج للذكور من البيض المنتج للإناث ، وتضيف أنه قد توجد مواد كيميائية في سطح البيض تجعل أمر التعرف على الجنس سهلاً من قبل الشغالات . وتعمل سندستروم وزملاؤها على دراسة أثر عوامل أخرى ، مثل : حجم المستعمرة على نسبة الإناث قبل أن تقتل أشقاءها من الذكور .

المصدر :

Science News, Vol 150, Nov. 9th 1996, P295

## المولاس لإزالة التلوث

منذ الأربعينيات وحتى الستينيات من هذا القرن والعاملون في القواعد الحربية الأمريكية المشرفة على صناعة المادة المتفجرة : ت . ن . ت . ( 2.4.6 Trinitro Toluene-TNT ) يقومون بإلقاء بقايا تلك الصناعة في التربة على هيئة سوائل ، ورغم أن هذا الإجراء يضمن سلامة العاملين في تلك المصانع إلا أنه يعرض التربة للتلوث .

ولعلاج هذه المشكلة الخطيرة ، يستخدم العلماء المولاس الناتج من صناعة السكر كغذاء للبكتيريا الموجودة أصلاً في التربة لتتكاثر ، وفي نفس الوقت تعمل على تكسير مادة الـ TNT وتحويلها إلى جزيئات ( Molecules ) غير ضارة .

قام الباحثون بمختبر أرجون ( Argonne ) الوطني بولاية إلينوي في الولايات المتحدة بمعاملة ٢٠٠٠ رطل من تربة ملوثة بمادة TNT ، وذلك بخلط كميات معينة من التربة بالماء في مفاعل حيوي ( Bioreactor ) مع إضافة كمية قليلة من المولاس كل أسبوع ، وبعد عدة أسابيع انخفضت كمية الـ TNT من ٧٠٠٠ ملليجرام لكل كيلو جرام تربة إلى ٢٠ ملليجرام للكيلوجرام . ويذكر مارك هامبتون ( Mark Hampton ) من مركز أبردين للذخيرة الحربية بماريلاند - الجهة الممولة للبحث - أن هناك مستواً حرجياً يجب أن يصل إليه نشاط البكتيريا حتى يكون لها أثر معنوي في بداية تكسير مادة الـ TNT .

ريفيش جون ماننغ ( John Manning ) من مختبر أرجون أن المولاس الزراعي الخام - غير الصافي - يشكل غذاء هاماً للبكتيريا بسبب احتوائه على كميات وفيرة من السكريات والبروتينات والأحماض الأمينية .

ورغم أن العلماء لا يعرفون حتى الآن نوع البكتيريا المسؤولة عن تكسير مادة الـ TNT ، إلا أن علاج مشكلة التلوث في هذه الحالة فعال للغاية وليس هناك حاجة لاستجلاب ميكروبات غريبة للتربة ، وفضلاً عن ذلك فإن نشاط البكتيريا عادة ما ينخفض إلى مستواه الطبيعي فور فراغها من التهام كل كميات المولاس المضافة . ويعلق هامبتون أن طريقة المفاعل الحيوي تجمع بين مزايا

الحرق والتجميع المسموح به في الحربية الأمريكية ، وفضلاً عن ذلك فإن تكلفة الإزالة بالمفاعل الحيوي تتساوى مع تكلفة الإزالة بالتجميع ، وتصل إلى نصف تكلفة الإزالة بالحرق .

ولتخفيض التكلفة الحالية يفكر الباحثون في إضافة المولاس مباشرة إلى التربة الملوثة .

ويكتسب المولاس أهمية أخرى حيث يمكن استخدامه لإزالة ملوثات أخرى مثل المذيبات الكلورية ، والمواد الكيميائية المستخدمة لحفظ الأخشاب ، والمواد البترولية ، حيث يذكر هاملتون فيقول : طالما أن المولاس استطاع أن يحلل مادة صعبة التحلل مثل المتفجرات فإنه بالضرورة يستطيع أن يحلل الملوثات الأخرى بسهولة .

المصدر :

Science News, Vol. 150, Nov. 9th 1996, P. 301.

## أنثى نمل تأكل إخوانها

يبدو أن عالم النمل مليء بالعجائب ، فبالرغم من أن عالمه يعد نموذجاً مشرقاً للتعاون بين الأفراد ، إلا أن دراسة حديثة أشارت إلى أن الإناث منه تعمل على قتل الذكور عندما تكون نسبتهم أكثر من اللازم .

ومثل أي أم حنونة فإن ملكة النمل لا تفرق بين أبنائها وبناتها في المعاملة لأنهم من صلبها ولهم القدرة على حمل صفاتها الوراثية ، فضلاً عن أن أعدادهم متساوية . أما الشغالات ( الإناث ) في ملكة النمل فقد اكتسبن كلا من الصفات الوراثية للملكة والذكر الذي لقحها ، ومن الجانب الآخر فإن الذكور تأتي من البيض غير الملحق للملكة ، ولذلك فإنهم يكتسبون فقط صفات الملكة ، وعليه فإن الإناث بشكل عام أقرب وراثياً إلى إخوانتهن من إخوانهن .

ويخمن الباحثون أن شع الموارد الغذائية في بعض الأحيان والتنافس عليه قد يجعل الشغالات تلجأ إلى زيادة شقيقاتهن ، وبالتالي إمكانية زيادة الأعداد المتشابهة وراثياً .

وتختلف درجة علاقة مجموعات النمل بحسب طبائع تزاوج الملكة ، فالاختلاف الوراثي بين الشغالات





بحوث الموارد الطبيعية والبيئة بمدينة  
الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ص. ب.  
٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢ .

\* الأخ / سمير عوغس العتر - سوريا

نشكرك على رسالتك التي حملت  
الكثير من عبارات الثناء والإعجاب  
للمجلة ، كما يسعدنا إدراج إسمك في  
قائمة التوزيع ، فأهلاً بك وبجميع القراء  
الكرام في جميع أرجاء وطننا العربي .

\* الأخ / صالح عبدالله العايد - القصيم  
تلقينا رسالتك بكل سرور ويسعدنا  
تلبية طلبك من الأعداد السابقة وإدراج  
إسمك في قائمة توزيع المجلة ، وكل عام  
وانتم بخير .

\* الأخ / أنور عطية اسماعيل شحاته - مصر  
سعدنا بوصول رسالتك وسوف  
ندرج إسمك في قائمة التوزيع .

\* الأخ / محمد حمدان الربيعي - سلطنة عمان  
يسعدنا إدراج إسمك في قائمة  
التوزيع فأهلاً بك .

\* الأخ / ابراهيم سعيد ناصر - مسقط  
يسعدنا تلبية طلبك بإدراج إسمك  
ضمن قائمة توزيع المجلة .

\* الأخ / علي حسن علي - البحرين  
يسعدنا تلبية طلبك وسوف نقوم  
بإدراج إسمك في قائمة التوزيع .

\* الأخ / ابراهيم عبدالله بن محمد - سلطنة عمان  
تلقينا بكل سرور رسالتك وما حوته  
من شكر للقائمين على المجلة ، وما نقوم  
به يا أخي ما هو إلا واجب نعتز به ،  
فأهلاً بك بمجلتك مجلة العلوم والتقنية .

## مع القراء

الإخوة القراء الكرام السلام عليكم ورحمة الله وبركاته . وأهلاً بكم في مجلتكم  
مجلة العلوم والتقنية .

يصدر هذا العدد الجديد مع إطلالة العام الهجري الجديد فأهلاً بكم أعزائنا القراء  
وبتواصلكم معنا من خلال رسائلكم . وكل عام وانتم بخير .

ما يتوفر من الأعداد السابقة للمجلة على  
عنوانك ، ويسعدنا إدراج إسمك ضمن  
قائمة الإهداءات .  
\* الأخوة :

ناصر عزيز - غادي رضا - تاييتين  
حسين - غبشي عبدالوهاب - خليل  
النفقش - أميشي حسين - شليغم  
بلال - رشيد محمود - غالم أحمد -  
نعيمة محمد - فرح عمر - عسقون  
مسعود . الجزائر .

يسعدنا تلبية رغباتكم بإدراج  
عناوينكم ضمن قائمة توزيع المجلة .

\* الأخ / مشعل محمد العماش - الرياض  
وصلتنا رسالتك بكل سرور ،  
وسوف نقوم بإرسال المجلة على  
عنوانك الجديد .

\* الأخ / عثمان علي الأسمرى - النماص  
إشارة إلى رسالتك التي بعثت بها  
إلى المجلة نود أن نشكرك على إطرائك  
ومديحك للمجلة ، ويسرنا إدراج إسمك  
في قائمة توزيع المجلة ، أما ما ورد فيها  
من استفسار فيمكنك مراسلة معهد

\* الأخ / أحمد موسى الفايز - حائل  
سعدنا باتصالك ، وقد تم إدراج  
إسمك في قائمة توزيع المجلة .

\* الأخ / سعيد عبدالرحمن العمودي - جدة  
تلقينا رسالتك بكل سرور ، أما فيما  
يخص العددين (٢٨ ، ٢٩) فسوف نقوم  
بإرسالهما على عنوانك بأذن الله ، ويسرنا  
إدراج إسمك في قائمة توزيع المجلة .  
\* الأخوة :

عبدالوهاب طراد  
عليوش عبدالعزيز  
مهدي حمودة  
ابن عيني محمد  
لمطيش زكريا

ميروكي مصطفى - الجزائر

سعدنا بوصول رسائلكم شاكرين  
إطرائكم للمجلة ، كما يسعدنا تلبية  
طلباتكم من الأعداد السابقة للمجلة ،  
فأهلاً بالجميع .

\* الأخ / خالد رحيل الكلبي - جدة

شكراً لك على ما ورد في رسالتك  
من مشاعر جياشة تجاه المجلة  
والعاملين عليها . وسوف نقوم بإرسال

# الأعداد الصادرة من المجلة خلال عام ١٤١٧هـ

## العلوم والتقنية



### محتويات العدد (٣٨)

- \* ظواهر جيولوجية.
- \* الزمن الجيولوجي.
- \* المتداخلات النارية.
- \* الطي والتصدع.
- \* الانجراف القاري.
- \* تكتونية الصفائح.
- \* الكتبان الرملية.
- \* الكهوف.

## العلوم والتقنية



### محتويات العدد (٣٧)

- \* علم المناعة.
- \* خلايا الجهاز المناعي.
- \* الأجسام المضادة ومستضاداتها.
- \* الجهاز المناعي ووظائفه.
- \* المناعة ضد الأمراض المعدية.
- \* الجهاز المناعي وأمراض الحساسية.
- \* أمراض المناعة الذاتية. \* الإيدز.
- \* مناعة الأورام. \* التطعيم.

## العلوم والتقنية



### محتويات العدد (٤٠)

- \* الصناعات غير العضوية. \* الزجاج.
- \* الألياف غير العضوية (١). \* الزيوليتات.
- \* الخزف. \* مركبات سيلكونية أولية.
- \* صناعة الأسمنت.

## العلوم والتقنية



### محتويات العدد (٣٩)

- \* الأحافير.
- \* التجوية.
- \* الجليديات.
- \* بناء الجبال.
- \* الانخسافات.
- \* الينابيع.

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

تليفون ٤٨٨٣٤٤٤ / ١٤٠ - فاكس ٤٨٨٣٧٥٦



مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ص.ب. ٦٠٨٦ - الرياض ١١٤٤٢ - ت ٤٨٨٣٤٤٤ - فاكس ٤٨٨٣٧٥٦



العدد المقبل  
الصناعات غير  
المضوية



مبنى مختبرات مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية







# العلوم والتقنية

مجلة علمية تقنية تصدر أسبوعياً • أمانة التحرير: الدكتور محمد بن عبد الله بن جابر • مدير التحرير: الدكتور محمد بن عبد الله بن جابر • رئيس التحرير: الدكتور محمد بن عبد الله بن جابر • مدير التحرير: الدكتور محمد بن عبد الله بن جابر • مدير التحرير: الدكتور محمد بن عبد الله بن جابر

## الصناعات غير العضوية

(الجزء الثالث)



• المعادن  
• مركبات الصوديوم  
• الأسمدة

## منهاج النشر

أعزائي القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :-

١- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لا يفقد صفته العلمية بحيث يشمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢- أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣- في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤- أن لا يقل المقال عن أربع صفحات ولا يزيد عن سبع صفحات طباعة .

٥- إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

٦- إرفاق أصل الرسوميات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

٧- المقالات التي لا تقبل النشر لاتعاد لكتابها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح ما بين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

## محتويات العدد

٤٤	● الجديد في العلوم والتقنية	٢	● مصنع أسمنت البعثة
٤٥	● كتب صدرت حديثاً	٤	● الصناعات النووية (٢)
٤٦	● عرض كتاب	١٠	● عالم في سطور
٤٨	● كيف تعمل الأشياء	١١	● المحفزات غير العضوية
٥٠	● مساحة للتفكير	١٦	● مركبات الصوديوم
٥٢	● من أجل فلذات أكبادنا	٢١	● المركبات الكلورية
٥٣	● بحوث علمية	٢٦	● الفوسفور ومركباته الكيميائية
٥٤	● مصطلحات علمية	٣١	● الأحماض غير العضوية
٥٥	● شريط المعلومات	٣٦	● الأسمدة البوتاسية
٥٦	● مع القراء	٤٠	● الغازات الصناعية



الأحماض غير العضوية



الفوسفور ومركباته



المركبات الكلورية

## المراسلات

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ - الرمز البريدي ١١٤٤٢ - الرياض

ترسل المقالات باسم رئيس التحرير ت : ٤٨٨٣٤٤٤ - ٤٨٨٣٥٥٥

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia

يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة  
الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها

## العلوم والتقنية



المشرف العام

د. صالح عبد الرحمن العذل

مختصا المشرف العام

ورئيس التحرير

عبد الله أحمد الرشيد

مختصا التحرير

عبد الرحمن عبد العال

خالد السليمان

إبراهيم المعتاز

محمد أمين أمجد

محمد فاروق أحمد

أشرف الخيوي





### سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف  
د. ناصر عبد الله الرشيد  
د. محمد حسين سعد  
أ. محمد ناصر الناصر  
أ. عطية مظهر الزهراني

### التصميم والاعراف

طارق يوسف  
عبد السلام ويان  
عرفة السيد العزب



## كلمة التحرير

### قراءنا الأعزاء

لقد وضع القائمون على مجلة العلوم والتقنية نصب أعينهم -  
عندما فكروا في إصدارها - أن تأخذ مكاناً بارزاً بين المجالات  
العلمية العربية التي تصدر داخل وطننا العربي الكبير، سواء من  
حيث المحتوى العلمي، أو من حيث أسلوب وطرح المادة العلمية،  
وقد بلغت - ولله الحمد - مستوى مشرفاً يدفعنا إلى بذل مزيد من  
الجهد حتى نتحقق طموحاتنا.

### قراءنا الأعزاء

يسرنا أن نضع بين أيديكم العدد الثاني والأربعون والذي يمثل  
الحلقة الأخيرة من سلسلة الصناعات غير العضوية، آمليين أن  
نكون قد وفّقنا في تغطية الموضوع تغطية تشبع نهم القارئ،  
وتروي عطشه للعلم والمعرفة، وتحقق ما نصبو إليه.

### قراءنا الأعزاء

يصدر هذا العدد حاملاً بين دفتيه الموضوعات الأخيرة من  
الصناعات غير العضوية مشتملاً على :- الصناعات النووية (٢)،  
ومركبات الصوديوم، والفسفور ومركباته، والمركبات الكلورية،  
والأحماض، والمحفزات، والغازات الصناعية، والأسمدة  
البوتاسية، إضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على  
تضمينها في كل عدد، راجين أن نتلقى اقتراحاتكم وآراءكم لتحقيق  
أهدافنا وطموحاتنا، شاكرين لكم حسن تجاوبكم.

والله من وراء القصد،،،

المواد الخام ، وسحب عينات منها وإرسالها إلى المختبرات لتحليلها ومعرفة مدى مطابقتها للمواصفات ، بعدها تدخل المواد الخام - بنسب محددة يتحكم بها الحاسب الآلي - إلى طواحين خاصة يتم فيها تحويل تلك المواد إلى مسحوق على درجة عالية من النعومة ، ومن ثم ينقل المسحوق إلى خزانات التجانس لخلطه بواسطة الهواء .

### ● إنتاج مادة الكلنكر

بعد الانتهاء من طحن المواد الخام يتم إدخالها وبكميات معينة (توزن بموازين خاصة ) إلى الأفران الدوارة ( القمائن ) ، وهي عبارة عن إسطوانات معدنية ضخمة مبطنة من الداخل بطوب حراري خاص ، وتتفاوت الأفران من حيث الطول والقطر والتقنية المستخدمة ، فمنها الصغير الذي لا يتجاوز إنتاجه ٣٠٠ طن / يوم ، ومنها ما يصل إنتاجه إلى ٣٠٠٠ طن / يوم ، والبعض الآخر قد يصل إنتاجه إلى ١٠٠٠٠ طن / يوم . ويساعد ميل تلك الأفران نحو منطقة الاحتراق على انزلاق المواد فيه بالتدريج نحوها مروراً بمناطق السلاسل والتكلس والتلبيد ومن ثم الاحتراق ، حيث تصل درجة الحرارة في تلك المنطقة إلى أكثر من ١٥٠٠ م عندها تأخذ المواد في التحول إلى الكلنكر ( ويستعمل عادة الزيت الخام كوقود للأفران ) ، ثم تخرج تلك المادة على هيئة كرات داكنة تبلغ درجة حرارتها ١٣٠٠ م ، ثم تنقل إلى المبردات لخفض درجة حرارتها إلى ٥٠ م ، ومن ثم تخزينها تمهيداً لإدخالها إلى طواحين الأسمنت . والجهة المسؤولة في المصنع عن تلك المرحلة هي أقسام الأفران والمبردات .

### ● إنتاج الأسمنت

يتم في هذه المرحلة طحن كرات الكلنكر مع نسبة معينة من الجبس تتراوح ما بين ٣٪ إلى ٤٪ في طواحين تستخدم فيها كور للطحن تساهم في سحق الكلنكر مع الجبس لتتحول إلى مسحوق فائق النعومة وهو ما يطلق عليه اسم الأسمنت ،



تعد شركة أسمنت اليمامة السعودية من أقدم شركات الأسمنت في المملكة ، والتي ساهمت ومازالت تساهم بدرجة فاعلة في تصنيع وتوفير تلك المادة البالغة الأهمية في مجال البناء والتشييد . تم الترخيص لها كشركة مساهمة سعودية في عام ١٣٧٩ هـ الموافق ١٩٥٩ م لاستخراج وصناعة الأسمنت بالمنطقة الوسطى ، وبدأت مرحلة الإنتاج بتاريخ ٢٧ / ٦ / ١٣٨٦ هـ الموافق ١٢ / ١٠ / ١٩٦٦ م بخط إنتاج واحد وبطاقة إنتاجية قدرها ٩٠٠ ألف طن / سنة من مادة الكلنكر (حوالي ٩٥٠ ألف طن أسمنت / سنة) ، ثم توالى التوسعات بعد ذلك حتى وصل إنتاج الشركة إلى ٢,٨٦ مليون طن أسمنت / سنة ) وذلك في عام ١٩٩٧ م .

المؤتمرات والمنظمات العربية والدولية في هذا الخصوص .

### الأقسام الرئيسية بالشركة

إضافة إلى الأقسام الإدارية والمالية بالشركة فإن هناك العديد من الأقسام الفنية التي سيتم الإشارة إليها من خلال استعراض مراحل إنتاج الأسمنت بالشركة ، وذلك على النحو التالي :

#### ● إعداد المواد الخام

يتمثل نشاط الشركة في تلك المرحلة، ومن خلال إدارة المحاجر، في تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة بغرض توفير المواد الخام دون انقطاع ، إضافة إلى مراقبة الجودة النوعية لتلك

يعمل مؤسسو الشركة ومنذ الإعلان عن قيامها على تطبيق الأسس والمبادئ الواردة في النظام الأساسي للشركة ، وذلك في سبيل تحقيق الأهداف التالية :

- ١- المساهمة في تحقيق الاكتفاء الذاتي من مادة الأسمنت بالمملكة .
- ٢- استثمار رأس المال الوطني بشكل مربح .
- ٣- توطين الصناعة الثقيلة بالمملكة .
- ٤- استقطاب وتدريب الكوادر الوطنية .
- ٥- المساهمة في دعم الأنشطة الوطنية والأعمال الخيرية والإنسانية .
- ٦- تفعيل دور المنظمات العربية والخليجية العاملة في مجال إنتاج الأسمنت ومواد البناء من خلال المشاركة الفاعلة في



المصنع منها .

\* إنتاج أكياس التعبئة : وتتم عن طريق مصنع خاص بالشركة ينتج ٣٠ مليون كيس ورقي على مدار العام في ورديّة واحدة تحقق الاكتفاء الذاتي للشركة من تلك الأكياس ، كما يمكن مضاعفة الإنتاج عند الحاجة .

\* الخدمات الإدارية المساندة : وتشمل إدارة القوى البشرية ، وتتولى إعداد وتدريب الكوادر الفنية الوطنية ، وكذلك مركز التدريب الذي يقوم بتدريب تلك الكوادر وهم على رأس العمل بالمصنع ، كما تشمل أيضاً الخدمات الصحية ( إسعافية وعلاجية ) وتأمين نظام علاجي لمنسوبي الشركة بالمستشفيات التي تتعامل معها الشركة ، إضافة إلى قسم للأمن والأمن الصناعي ، وقسم للتغذية يشرف على إعداد الوجبات الغذائية الصحية للعاملين وتقديمها لهم بأسعار رمزية ، وقسم للخدمات الاجتماعية يتولى الإشراف على المساجد والنوادي والملاعب بالشركة وتنظيم الأنشطة والمسابقات الرياضية للعاملين وأسرهم .

جودة المنتج يقوم الفنيون بأخذ العينات يدوياً وتحليلها لمطابقتها مع نتائج الحاسب الآلي . كما يتم فحص الخواص الفيزيائية للأسمنت المنتج وتحديد مدى مطابقتها للمواصفات المطلوبة في هذا الخصوص . وزيادة في التثبيت من مواصفات المنتج تقوم مختبرات الشركة بإرسال عينات لتحليلها لدى المختبرات العالمية المشهود لها بالكفاءة .

وللحد من الآثار البيئية التي تنشأ عادة عن مثل تلك الصناعة فقد تم بالتعاون مع مصلحة الأرصاد وحماية البيئة تركيب أجهزة للتحكم والسيطرة على كمية الغبار المتصاعد من مداخن الأفران بواسطة مرشحات ليكون ضمن الحدود المسموح بها عالياً في هذا المجال .

\* الأعمال المدنية : ويتولاها قسم الأعمال المدنية ، وتتمثل في أعمال الإنشاءات والصيانة .

\* إنتاج الكهرباء والماء : ويوجد بالمصنع محطة خاصة لتوليد الطاقة الكهربائية بقدرة ٥٥ ميجاوات ، كما يوجد محطة خاصة لتقنية المياه وتغطية احتياجات

( للتأكد من جودة الناتج النهائي يتم وبصفة مستمرة قياس درجة النعومة ) ، وأقسام المصنع ذات العلاقة بتلك المرحلة هي طواحين الأسمنت .

### ● التعبئة

يتم تعبئة الأسمنت بالمصنع آلياً بطريقتين ، الأولى تعباً في أكياس ورقية سعة كل منها ٥٠ كجم ، والأخرى تعباً سائباً في الصهاريج المقطورة ، وحفاظاً على حقوق العملاء بضمان أدوارهم في استلام الكميات المباعة لهم بدقة وفي مواعيدها ، فإنه يتم ضبط دخول الشاحنات والصهاريج إلى ساحات التعبئة بالمصنع وتسجيل أوزانها للتأكد من مطابقة الحمولة قبل مغادرة المصنع ، ويتم تسجيل جميع تلك المعلومات بالحاسب الآلي . وهذه المرحلة يشرف عليها قسمي التعبئة والتسليمات .

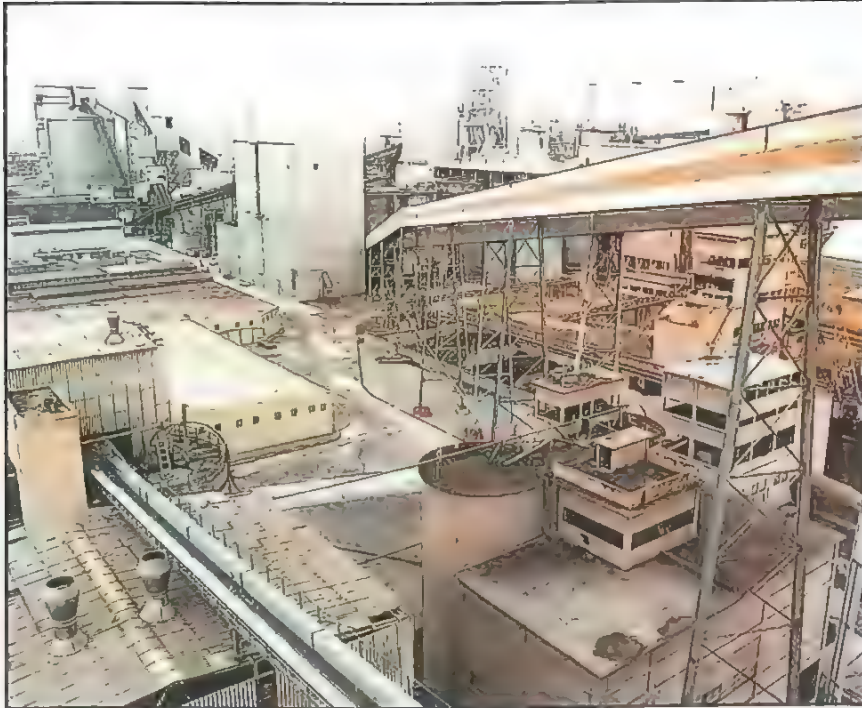
### ● العمليات المصاحبة

إضافة إلى تلك المراحل التي تتم داخل المصنع ، فإن هناك العديد من العمليات المصاحبة لعملية الإنتاج ، وهي على النحو التالي :

\* التركيب والصيانة : وتقوم بها الأقسام الميكانيكية ، والكهربائية التابعة ، حيث تتولى فرق الصيانة القيام بأعمال الصيانة الوقائية والدورية لمنع حدوث أعطال كبيرة تعيق استمرار العملية الإنتاجية بالمصنع .

\* توفير قطع الغيار : حيث تشمل مستودعات الشركة على أكثر من ٧٠ ألف صنف من قطع الغيار تزيد قيمتها على ١٥٠ مليون ريال .

\* مراقبة الجودة والتحكم في النوعية : وتتولى تلك العمليات أقسام المختبرات المزودة بأحدث أجهزة الحاسب الآلي ، حيث يتم تحليل العينات التي تجمع آلياً من كل مرحلة من مراحل الإنتاج ، كما تتولى تلك الأجهزة إعطاء التعليمات اللازمة لتعديل الكميات الداخلة في الإنتاج للوصول في النهاية إلى الأسمنت المطابق للمواصفات السعودية والعالمية ، وسعيًا للتأكد من



● جانب من مصنع أسمنت اليمامة

## الصناعات النووية (٢)

د. محمد فاروق أحمد



لا شك أن الصناعات النووية لا تقف عند إستكشاف واستخراج ومعالجة الخامات النووية - اليورانيوم في هذه الحالة - التي تم تناولها سابقاً ولكن يلي ذلك عدة خطوات صناعية تشمل معالجة الكعكة الصفراء بتحويلها إلى أكسيد اليورانيوم ( $U_3O_8$ ) ومن ثم إثراءها لإنتاج الوقود النووي اللازم لتوليد الطاقة ، يلي ذلك تخزين الوقود المستهلك وإعادة معالجته .

### الإثراء وصناعة الوقود

يعد أكسيد اليورانيوم الأسود ( $U_3O_8$ ) بعد التنقية المادة الأساسية لصناعة الوقود النووي ، وهو يحول إما إلى ثاني أكسيد يورانيوم ( $UO_2$ ) أو سادس فلوريد يورانيوم ( $UF_6$ ) قبل عملية الإثراء ، ومن أسباب تحويل أكسيد اليورانيوم إلى سادس فلوريد اليورانيوم ( $UF_6$ ) ما يلي :

- يتخذ مركب سادس فلوريد اليورانيوم الاطوار الثلاثية للمادة وهي الصلبة والسائلة والغازية بسهولة شديدة . فعند درجة حرارة الغرفة يكون المركب في حالته الصلبة عند الضغط العادي . وعند الوصول إلى درجة حرارة  $64^\circ\text{C}$  وضغط يساوي ٢٢ باسكال يتبخّر المركب ويتخذ الصورة الغازية ، وهي الصورة المثالية لعمليات المعالجة والإثراء بالطرق المختلفة .
- وقضلاً عن ذلك يتسامى المركب عند درجة حرارة حوالي  $56.5^\circ\text{C}$  .
- الفلور الموجود في الطبيعة لا يوجد له

حرارية لتحويل ثنائي اليورانات (الصوديومية أو الأمونيومية) إلى أكسيد اليورانيوم الأسود ( $U_3O_8$ ) الذي يخضع لبعض المعالجات الحرارية لتحويله إما إلى ثاني أكسيد اليورانيوم ( $UO_2$ ) ، الذي يمكن استخدامه كوقود لبعض أنواع المفاعلات التي تعمل باليورانيوم الطبيعي ، أو إلى سادس فلوريد اليورانيوم ( $UF_6$ ) لإجراء عملية إثراء اليورانيوم الطبيعي باليورانيوم  $235$  أو البلوتونيوم  $239$  لإنتاج عناصر الوقود للمفاعلات التي تعمل باليورانيوم المثري .

وتتمثل عملية التنقية في فصل الشوائب الموجودة في أكسيد اليورانيوم الأسود ( $U_3O_8$ ) مثل البورون والكاديوم ومركبات الكلور وعدد آخر من العناصر الأرضية النادرة . ومما ييسر عمليات تنقية اليورانيوم أن هذا العنصر يتميز بخاصيتين فريدتين تمكن من

من جانب آخر تتضمن الصناعات النووية إنتاج النظائر المشعة للأغراض السلمية المختلفة في الطب والزراعة والصناعة وغيرها . ويمكن تفصيل الخطوات المتبقية من الصناعات النووية فيما يلي :

لا تستخدم الكعكة الصفراء مباشرة كوقود نووي للمفاعلات وإنما تخضع لعدد كبير من المعالجات والعمليات التي تهدف إلى تنقيتها من الشوائب وتحويلها إلى الصورة المطلوبة للوقود النووي . ويطلق على المصانع التي تقوم بهذه العمليات والمعالجات مرافق التحويل ( Conversion Facilities ) أو مرافق المعالجة ( Processing Facilities ) .

وفي هذه المرافق تخضع الكعكة الصفراء لعمليات طرد مركزي وتجفيف تهدف إلى تنقيتها من بعض الشوائب ثم تخضع بعدها لعمليات معالجة



الحرارة واحدة للغازين . وحيث أن الطاقة الحركية تساوي نصف الكتلة في مربع السرعة تكون سرعات جزيئات سادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٥ أعلى بفرق طفيف من سرعات جزيئات سادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٨ ، وقد بلغ معامل الإثراء لمرحلة الإثراء الواحدة بطريقة الانتشار الغازي ١,٠٠٢ وليس ١,٠٠٤ المحسوبة وذلك لعدة أسباب لا يتسع المقال لذكرها ( معامل الفصل هو نسبة وفرة اليورانيوم ٢٣٥ في اليورانيوم بعد وقبل المرحلة ) .

\* الإثراء بالطرد المركزي للغازات : وينتشر استخدامه في كل من المملكة المتحدة وهولندا وألمانيا . وتتميز هذه العملية باستهلاك طاقة أقل كثيراً من الطاقة المستهلكة لعملية الانتشار الغازي ( حوالي ٥٪ من الطاقة فقط ) .

\* الإثراء بالفوهات الحادة : تستخدم هذه الطريقة في بعض الدول كالبرازيل وتقوم على دفع خليط من سادس فلوريد اليورانيوم والهيدروجين أو الهليوم بسرعات عالية للغاية عبر مسار ( جدار ) منحني . ويتم فصل النظير بوضع فوهة حادة في هذا المسار لا يتجاوز سمها ٢٠ ميكرومتر حيث يكون تركيز اليورانيوم ٢٣٥ القريب من الجدار مختلفاً اختلافاً طفيفاً عن تركيزه بعيداً عن الجدار .

\* عملية الفصل بالليزر : وهي أحدث طرق الفصل ، وقد بدأ تنفيذها في بعض الدول كالولايات المتحدة واليابان وغيرها ، وتقوم على إثارة ذرات اليورانيوم ٢٣٥ في جزيء سادس فلوريد اليورانيوم دون ذرات اليورانيوم ٢٣٨ في الجزيء المتكون من سادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٨ ، وذلك باستخدام حزمة محددة الطاقة من أشعة الليزر . ويسهل بالتالي فصل الجزيئات التي أثرت ذراتها عن تلك التي لم تتأثر .

### ● إنتاج الوقود النووي

لا يستخدم سادس فلوريد اليورانيوم كوقود للمفاعلات إلا في نوع واحد منها هو مفاعل الطور الغازي المتجانس ، الذي لا يستخدم كمفاعل لتوليد الطاقة الكهربائية وإنما كمفاعل أبحاث . لذلك يتم تحويل سادس فلوريد اليورانيوم ، بعد إثرائه ، إلى الصورة المستخدمة لصناعة الوقود النووي وهي ثاني أكسيد اليورانيوم  $UO_2$

والحرارية وكذلك السريعة . لذلك فإنه يصنف من المواد الإنشطارية . وحيث أن احتمال امتصاص النيوترون الحراري ( أو البطيء ) أكبر أضعافاً مضاعفة من احتمال امتصاص النيوترون السريع في اليورانيوم تستخدم معظم أنواع المفاعلات وقوداً يحتوي على نسبة عالية من اليورانيوم ٢٣٥ أو البلوتونيوم ٢٣٩ ، وهما من المواد الإنشطارية . وتعرف عملية زيادة نسبة اليورانيوم ٢٣٥ في اليورانيوم عن النسبة الطبيعية أو عملية إضافة البلوتونيوم ٢٣٩ إلى اليورانيوم الطبيعي بعملية الإثراء . وبالنسبة للمفاعلات العاملة حالياً في العالم يستخدم وقود من اليورانيوم المثري بنسب إثراء تتراوح بين ٢ إلى ٤٪ في حين يلزم لتشغيل بعض أنواع المفاعلات ( كمفاعلات الحرارة العالية والمفاعلات الولودة السريعة ) نسب إثراء تصل إلى ٩٣٪ .

وتقوم عملية الإثراء على استخدام الفوارق الطفيفة بين كتلة جزيء سادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٨ ، وسادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٥ فنسبة كتلة الجزيء الأول إلى الثاني تبلغ  $(19 \times 6 + 238) / (19 \times 6 + 235) = 1.004289$  .

وتستخدم جميع مصانع الفصل هذا الاختلاف الطفيف بين الكتل أو الاختلاف بين خصائص امتصاص الأشعة بين الجزيئين . وهناك عدد من الطرق المستخدمة في عمليات الفصل والإثراء ، أكثرها انتشاراً ما يلي :

\* طريقة الانتشار الغازي : وتستخدم في كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي السابق وفرنسا . وتقوم الطريقة على اختلاف القدرة الانتشارية خلال غشاء ( حاجز ) خاص لكل من غاز سادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٥ ، وسادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٨ حيث يزيد معامل الانتشار للغاز الأخف قليلاً عنه للغاز الأثقل . ويتكون الحاجز المستخدم ( الغشاء ) من سبيكة معينة من عدد من العناصر ( كالفضة والخاصين وغيرهما ) يحتوي على عدد هائل من المسام الضيقة ( حوالي ٩١٠ مسام لكل ١ سم ) . وحيث أن طاقات جزيئات الغاز ( E ) تتناسب طردياً مع درجة الحرارة T ،  $(E = KT)$  ، ودرجة

سوى نظير وحيد هو الفلور ١٩ بذلك يكون سادس فلوريد اليورانيوم هو المركب الوحيد لليورانيوم الذي لا يعتمد فيه وزنه الجزيئي إلا على نظير اليورانيوم ذاته وبذلك تسهل عمليات الفصل لنظائر اليورانيوم ، وهناك طريقتان لتحويل أكسيد اليورانيوم الأسود ( $U_3O_8$ ) إلى سادس فلوريد اليورانيوم هما :

- الفلورة الجافة ( Dry hydrofluor process ) .  
- التحويل بالمذيبات ( العملية الرطبة ) .

وللاختصار سوف يكتفي بشرح العملية الأولى باختصار شديد وتتمثل في الآتي :

طحن أكسيد اليورانيوم الأسود وتحويله إلى مسحوق ناعم للغاية ، ثم يدفع المسحوق إلى مفاعل كيميائي تتراوح درجة الحرارة داخله بين ٥٥٠ إلى ٦٥٠ م° حيث يختزل الأكسيد بواسطة الهيدروجين ليكوّن ثاني أكسيد اليورانيوم ( $UO_2$ ) بني اللون الذي ينتقل إلى مفاعلين متتابعين لإحداث الفلورة عند درجة حرارة حوالي ٥٠٠ - ٥٤٠ م° ، ويتكون رابع فلوريد اليورانيوم وفقاً للمعادلة :



يتميز رابع فلوريد اليورانيوم بأنه ملح أخضر اللون غير قابل للتطاير ونقطة غليانه عالية ( تبلغ حوالي ٩٥٠ م° ) . أما في المفاعل الثاني فيخلط رابع فلوريد اليورانيوم من جديد مع غاز الفلور ( $F_2$ ) ليتكون سادس فلوريد اليورانيوم وفقاً للتفاعل :



### ● إثراء اليورانيوم

يحتوي اليورانيوم الطبيعي على نظيرين هما اليورانيوم ٢٣٨ ، واليورانيوم ٢٣٥ . وتبلغ نسبة اليورانيوم ٢٣٨ في اليورانيوم الطبيعي ٩٩,٢٨٪ في حين تبلغ نسبة ( وفرة ) اليورانيوم ٢٣٥ حوالي ٠,٧٢٪ . ولا يعد اليورانيوم ٢٣٨ من المواد الإنشطارية وإنما يصنف ضمن المواد القابلة للانشطار حيث أنه لا ينشط إلا بالنيوترونات السريعة ، أما اليورانيوم ٢٣٥ فينشط بالنيوترونات البطيئة

في غالبية المفاعلات .

وخلال عمليات تحويل سادس فلوريد اليورانيوم المثري إلى ثاني أكسيد اليورانيوم توجه العناية الكاملة إلى تلافي تجمع الكتلة الحرجة من الوقود النووي المثري منعا لحدوث أي انفجار نووي تلقائي عند تجمع هذه الكتلة . ويتم ذلك بمعالجة كتل محدودة من الوقود واستخدام أحجام صغيرة من الأوعية التي تجمع فيها كتل الوقود النووي مع استخدام السموم النيوترونية ( أي المواد المصاصة للنيوترونات مثل البورون والكادميوم ) وفضلا عن ذلك توضع كتل الوقود داخل أوعية مدرعة لامتناس إشعاعات جاما المنطلقة من اليورانيوم ٢٣٥ ( حيث لا يصدر اليورانيوم ٢٣٨ سوى كميات ضئيلة للغاية من هذه الإشعاعات ) .

وهكذا ينقل سادس فلوريد اليورانيوم من مصنع الإثراء في أوعية من الصلب صغيرة الحجم وتحمل ضغطاً عالية وتكون المادة ( UF6 ) في حالتها الصلبة . ويتم تحويل سادس فلوريد اليورانيوم إلى ثاني أكسيد اليورانيوم في مصنع إعادة التحويل كالآتي :

– وضع أوعية الصلب الاسطوانية الصغيرة المحتوية على سادس فلوريد اليورانيوم المثري في فرن حتى يتسامى ( UF6 ) ويتحول إلى الصورة الغازية .

– سحب غاز سادس فلوريد اليورانيوم

خلال الماء حيث يتفاعل معه ويكون فلوريد اليورانييل (  $UO_2F_2$  ) كمحلول مائي .

– خلط محلول فلوريد اليورانييل الناتج من الخطوة السابقة مع ماء الأمونيا فيتسرب اليورانيوم في صورة ثنائي يورانات الأمونيوم  $(NH_4)_2UO_7$  .

– تجفيف الراسب وتحميصه عند درجات حرارة عالية حتى يتكون أكسيد اليورانيوم الأسود (  $U_3O_8$  ) المثري .

– طحن الأكسيد حتى يصبح مسحوقاً ناعماً ثم اختزاله بواسطة الهيدروجين ليتكون ثاني أكسيد اليورانيوم المثري (  $UO_2$  ) . وتجدر الإشارة إلى أنه يحدث خلال هذه السلسلة من العمليات فقد في اليورانيوم المثري يبلغ حوالي ٥٠٪ .

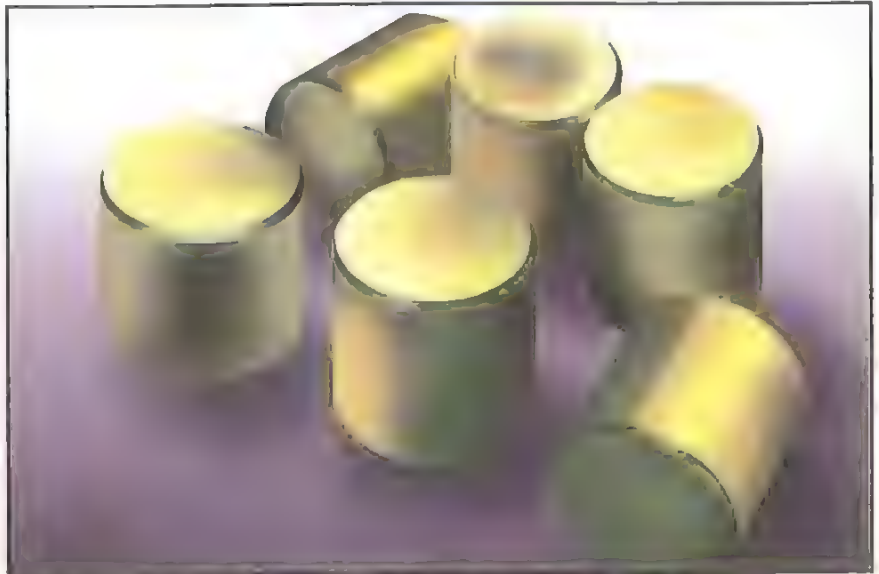
يجهز الوقود النووي – عادة – في صورة أقراص من ثاني أكسيد اليورانيوم المثري حيث يطحن الأكسيد إلى درجة نعومة عالية للغاية ثم يخلط مع مادة عضوية لاصقة تساعد على تماسكه ، ويستخدم لهذا الغرض كحول البولي فينيل ( Polyvinyl Alcohol ) ثم يكبس المسحوق مع المادة اللاصقة بواسطة مكبس هيدروليكي في صورة أقراص تعرف بالأقراص الخضراء ثم تعرض لدرجة حرارة عالية – حوالي ١٥٥٠ – ١٧٠٠ م – في وجود الهيدروجين لمدة ٢٤ ساعة حتى يتلبد القرص وتصل كثافته إلى حوالي ٩٠ – ٩٨٪ من الكثافة المطلوبة . تخضع

الأقراص بعد ذلك لعمليات صقل داخل أسطح إسطوانية ثم تغسل وتجفف بينما تخضع لسلسلة طويلة من الاختبارات الميكانيكية والحرارية لتأكيد جودتها . وتجدر الإشارة إلى أن أحجام الأقراص تختلف باختلاف عنصر الوقود ونوع المفاعل المستخدمة فيه . وعموماً يتراوح قطر القرص بين ٨,٣٠ و ١٠,٢٧٤ مم . وتشكل قاعدة القرص السفلية والعلوية بحيث تتكون فجوة صغيرة بين كل قرص والذي يعلوه ، وذلك لاستيعاب نواتج الانشطار عند بدء تشغيل المفاعل واستخدام الوقود ولتوفير حيز فاصل بين سطح القرص الإسطواني و سطح الغلاف الذي يحشويه ، حتى لا يتشوه سطح القرص بسبب الاختلاف في معدلات توليد الحرارة وسريانها . ويبين شكل أقراص الوقود الجاهزة للاستخدام .

#### ● تغليف أقراص الوقود

تغلف أقراص الوقود – قضبان الوقود النووي – بأغلفة اسطوانية مصنوعة من سبيكة يطلق عليها سبيكة الزركونيوم ، وتتمثل أهمية الغلاف في منع تآكل الأقراص عند احتكاكها بمادة المبرد في المفاعل ، واستيعاب التغيرات في حجم القرص وتوفير سطح جيد التوصيل لنقل الحرارة إلى المبرد . ويجب أن تحقق مادة الغلاف جميع هذه المتطلبات فضلاً عن عدم تأثرها بالتشعيع بالنيوترونات الناتجة عن الانشطارات النووية وعدم تغيير خصائصها به . كذلك يجب أن تتميز مادة الغلاف بمقطع عرضي ( أي احتمال ) صغير لامتناس النيوترونات الحرارية حتى لا تنخفض كثافة هذه النيوترونات داخل المفاعل ، وبمقاومة عالية للتآكل .

وقد استخدم الصلب غير القابل للصدأ ( صلب ٣٠٤ ) كمادة غلاف وما زال مستخدماً في بعض المفاعلات المبردة بالصوديوم المنصهر . إلا أنه نظراً لارتفاع المقطع العرضي لامتناس النيوترونات في الصلب فإنه لا يفضل كمادة للغلاف . ويعد البريليوم ( نقطة انصهاره ٢٨٠٠ م ) و الزركونيوم ( نقطة انصهاره ١٨٤٥ م ) من الفلزات التي تتحمل درجات حرارة عالية دون انصهار . لذلك يفضل



● أقراص الوقود النووي



(عناصر التهدئة للنيوترونات والتبريد وعناصر التحكم والسيطرة) يصبح المفاعل النووي جاهزاً للتشغيل .



تتولد الطاقة في المفاعلات النووية نتيجة انشطار نوى اليورانيوم أو البلوتونيوم . فانشطار نواة واحدة يتولد عنه طاقة مقدارها  $3.2 \times 10^{-11}$  جول وفي مفاعلات القدرة العاملة حالياً ( باستثناء المفاعلات الولودة السريعة ) تستخدم النيوترونات الحرارية الناتجة عن تهدئة ( تخفيض سرعة ) النيوترونات السريعة الناتجة عن الانشطارات النووية لشطر نوى اليورانيوم  $235$  أو البلوتونيوم  $239$  الموجود في الوقود النووي المثري . وعند انشطار جميع نوى ( ذرات ) جرام واحد من اليورانيوم  $235$  تتولد كمية من الطاقة تبلغ حوالي  $8.2 \times 10^{-11}$  جول ( أي حوالي  $2.3 \times 10^4$  كيلو واط . ساعة ) .

ولإيضاح مدى ضخامة الطاقة المتولدة عن إنشطار نوى جرام واحد من اليورانيوم يكفي ذكر أن نفس كمية الطاقة المتولدة من هذا الجرام تكافئ الطاقة المتولدة عند حرق حوالي  $3$  طن من الفحم أو حوالي  $2$  طن من النفط .

القضيب من الهواء واستبداله بالغاز الخامل ( الهليوم ) فهو منع حدوث تأكسد لثاني أكسيد اليورانيوم الذي يمكن أن يتأكسد بسهولة في وجود الأكسجين وعند درجات الحرارة داخل المفاعل النووي .

وبعد التأكد من سلامة القضيب وعدم وجود أي تسرب منه يوضع في حمام من خليط من حمض النيتريك وحمض الهيدروفلور ثم يعرض بعد إخراجها من الحمام لبخار ماء تحت ضغط شديد فتتكون عليه طبقة خارجية رقيقة للغاية مقاومة للتآكل .

### ● تجميع قضبان الوقود

تجمع قضبان الوقود في مجموعات يطلق علي الواحد منها مصطلح عنصر ( مجمع ) الوقود . ويضم العنصر الواحد عدداً من قضبان الوقود المتوازية والمتوزعة في شبكية ( نظام ) هندسي معين شكل ( ١ ) . وفي أغلب الأحيان تكون الشبكية تربيةية وتتضمن عدداً من القضبان (  $8 \times 8$  أو  $9 \times 9$  أو  $10 \times 10$  أو غيرها ) يعتمد على نوع المفاعل . وعند شحن المفاعل النووي بعناصر الوقود النووي ومكونات التشغيل الأخرى .

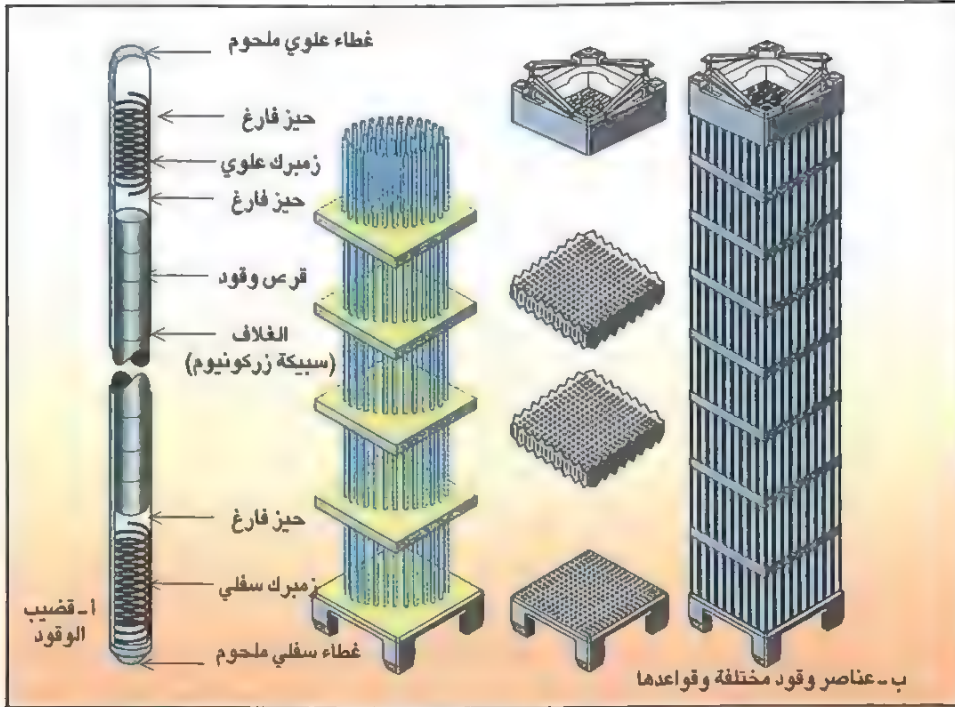
أنواع المفاعلات	الأبعاد بالمليمتر وفقاً لعدد قضبان الوقود			
	$16 \times 16$	$10 \times 10$	$8 \times 8$	$9 \times 9$
١ - مفاعلات الماء المغلي				
- قطر القرص	-	-	١٠,٢٧٤	٩,٠٥٥
- قطر الغلاف	-	-	١٢,٢٩٤	١٠,٧٧٠
- سمك الجدار	-	-	٠,٨٨٩	٠,٧٦٧٢
٢ - مفاعلات الماء المضغوط				
- قطر القرص	٨,٣	٩,١	-	-
- سمك الجدار	٠,٦	٠,٦	-	-

● جدول ( ١ ) الأبعاد الهندسية لأقراص وقضبان الوقود لبعض المفاعلات .

الزركونيوم لعمل الغلاف حيث تخلط نسبة صغيرة للغاية من كل من الكروم والنيكل والحديد لتكوين سببكية الزركونيوم المستخدمة حالياً لتغليف أقراص الوقود في مفاعلات الماء الخفيف والماء المضغوط . ويحتاج تصنيع هذه السببكية وتنقية الزركونيوم من الشوائب الموجودة فيه مثل الهافنيوم وغيره إلى عمليات فصل كيميائية وإلى توفر صناعات فلزية متطورة . ويتم إعداد الغلاف في صورة قضيب اسطواني بالقطر والطول المطلوبين . ويبين جدول ( ١ ) الأبعاد الهندسية لأقراص الوقود والقضبان لبعض أنواع المفاعلات .

وبعد إعداد الغلاف الاسطواني ( القضيب ) بالأبعاد اللازمة يتم لحام أحد طرفيه ثم يخضع لسلسلة من الفحوص والاختبارات للتأكد من صلاحيته وعدم حدوث أي تسرب للغازات منه . بعد ذلك يركب في الطرف الملحوم للقضيب زمبرك سفلي ويوضع في آلة اللحام وترص أقراص الوقود بداخله ثم يركب فوقها الزمبرك العلوي . وقبل لحام الطرف العلوي يفرغ القضيب تماماً من الهواء ويملاً بغاز الهليوم الخامل تحت ضغط معين يتوقف على نوع المفاعل الذي سيستخدم القضيب فيه .

والهدف من وجود زمبركين أحدهما علوي والآخر سفلي هو حصر أقراص الوقود متلامسة بين الزمبركين وعدم السماح بتحريكها داخل القضيب . أما سبب تغريغ



● شكل ( ١ ) قضيب الوقود ، وعناصر ( مجمعات ) الوقود .

وتولد الطاقة في مفاعلات تختلف باختلاف المبردات والمهدئات كما يلي:

- المفاعلات المبردة بالغاز.
- مفاعلات الماء الخفيف.
- مفاعلات الماء المضغوط.
- مفاعلات الماء المغلي.
- مفاعلات الماء الثقيل.
- المفاعلات الولودة السريعة.

### تخزين الوقود المستهلك

مع مرور الوقت تستهلك المادة الانشطارية (اليورانيوم ٢٣٥ أو البلوتونيوم ٢٣٩) الموجودة في أقراص وقضبان الوقود (باستثناء المفاعلات الولودة السريعة) ، وتتناقص بالتدريج لدرجة يصعب معها الاستمرار في تشغيل المفاعل والحصول منه على الطاقة بالقدرة المقننة . عندئذ يلزم استبدال عناصر الوقود المستهلك بأخرى جديدة تحتوي على نسبة الإثراء المطلوبة . وعموماً تختلف كمية الطاقة التي تنتجها عناصر الوقود باختلاف نوع المفاعل إلا أنه يمكن القول أن الطن الواحد من اليورانيوم المثري ينتج في المتوسط حوالي ٤٠ ميغا واط . ساعة قبل أن يصبح مستهلكاً ( يمكن إنتاج نفس كمية الطاقة بحرق ما يزيد على ١٦٠٠٠ طناً من الفحم الحجري الجيد ) أو ما يزيد على ٨٠٠٠٠ برميل من النفط وبالنسبة لمفاعل نووي بقدرة ١٠٠٠ ميغا واط يتم استبدال ثلث كمية الوقود سنوياً وتخزن عناصر الوقود المستهلك بجوار المفاعل مباشرة إلى أن يتم إعادة معالجتها .

### تخزين الوقود المستهلك

عند إخراج عناصر الوقود من المفاعل تكون شديدة الإشعاع بسبب وجود كميات هائلة من نواتج الانشطار المشعة فيها . وبفعل هذا النشاط الإشعاعي الهائل تتولد كميات هائلة من الحرارة . لذلك تنقل عناصر الوقود بسرعة وبطريقة آلية عند إخراجها من المفاعل إلى مرافق تخزين قريبة لتخزن إلى أن ينخفض نشاطها الإشعاعي والحرارة المتولدة عنه . وتتمثل هذه المرافق في برك وأحواض كبيرة وعميقة من الماء حيث يقوم الماء مقام الدرع

الإشعاعي فيمتص الإشعاعات الصادرة من العناصر كما يقوم بعمليات التبريد والتبديد للحرارة . ويبقى الوقود المستهلك في هذه الأحواض والبرك مدة لا تقل عن خمسة أشهر ، وفي معظم الأحيان تزيد المدة عن ذلك كثيراً حيث تصل أحياناً إلى مدة تتراوح بين سنتين وسبع سنوات . وبعد مرور المدة المقننة ينقل الوقود إلى مصانع إعادة المعالجة أو إلى مرافق التخزين أو مرافق التخلص من النفايات . وعموماً فإنه بعد تخزين عناصر الوقود لمدة عامين يمكن نقلها من البرك والأحواض وتخزينها مدة أخرى في الهواء العادي داخل مخازن مدرعة مع توفير التبريد اللازم للهواء داخلها . ففي ألمانيا الغربية مثلاً يتم إحتواء عناصر الوقود في حاويات من الصلب ذات جدران سميكة ، يبلغ ارتفاع الحاوية ستة أمتار وقطرها متران . وتقوم هذه الحاوية مقام وعاء النقل والدرع المصاص للإشعاعات المنبعثة ، وتتوفر بها قنوات غير مستقيمة للتهوية ونقل الحرارة .

### معالجة الوقود المستهلك

يحتوي الوقود المستهلك - عادة - على خليط من المواد أو المادة القابلة للانشطار والمواد الانشطارية المتولدة فضلاً عن الكميات الهائلة والمختلفة من النظائر المشعة الناتجة عن الانشطار . وبالنسبة لغالبية المفاعلات تبلغ نسب هذه المواد حوالي ٩٥٪ من اليورانيوم ٢٣٨ وحوالي ٥٪ من البلوتونيوم ٢٣٩ واليورانيوم ٢٣٥ الذي لم يستهلك وبعض نواتج الانشطار شديدة الإشعاع والتي لم تتفكك بعد خلال مدة التخزين في البرك أو الأحواض نظراً لطول عمرها النصفى ( من هذه النظائر السيزيوم ١٣٧ والاسترونشيوم ٩٠ وغيرها ) .

وتهدف عمليات إعادة المعالجة عموماً إلى فصل كل من اليورانيوم والبلوتونيوم عن نواتج الانشطار شديدة الإشعاع ، ثم فصل اليورانيوم بنظيره ٢٣٨ ، ٢٣٥ عن البلوتونيوم تمهيداً لإعادة استخدام هذه المواد في المفاعلات العاملة أو في مفاعلات الأجيال الجديدة مثل المفاعلات الولودة السريعة .

وتعرف هذه المعالجات باسم بيوركس (PUREX) أي استرجاع

البلوتونيوم واليورانيوم بالإستخلاص (Plutonium and Uranium Recovery by Extraction) ويوجد في الوقت الحالي عدد من منشآت ومرافق إعادة المعالجة في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا وفرنسا وهولندا وألمانيا وبعض دول أوروبا الشرقية .

وتجدر الإشارة إلى أن عدد منشآت ومرافق إعادة المعالجة الموجودة حالياً في العالم لا تكفي لإعادة معالجة كميات الوقود المستهلك الناتجة عن تشغيل المفاعلات الحالية . فعلى سبيل المثال بلغت قدرة مصانع إعادة المعالجة عام ١٩٨٦ م بخلاف المصانع في الاتحاد السوفيتي السابق - ١٢٠٠ طناً في حين بلغ حجم الوقود المستهلك في نفس العام ٣٣٠٠ طناً، ورغم زيادة معدلات إستهلاك الوقود حتى عام ١٩٩٦ م إلا أن معدلات إعادة المعالجة لم تتغير كثيراً لذلك توجد الآن كميات هائلة من الوقود المستهلك مخزنة انتظاراً لعمليات إعادة المعالجة .

وعموماً تستخدم عمليات بيوركس لإعادة معالجة الوقود المستهلك في كافة أنواع المفاعلات رغم اختلاف عناصر الوقود فيها . وتنقسم عمليات بيوركس إلى ثلاث مراحل ( عمليات ) فرعية هي :

### ● التجهيز

تضمن عمليات هذه المرحلة تفكيك عناصر الوقود وتقطيع القضبان إلى قطع صغيرة لا يتجاوز طول الواحدة ٥ سم وذلك في أحواض خاصة . يصب بعد ذلك حمض النيتريك المركز الساخن على قطع القضبان فيذيب الوقود النووي المستهلك في صورة محلول وتتفصل قطع أغلفة الزركونيوم عنه . تجمع قطع الأغلفة في سلال الإذابة . وخلال عملية الإذابة تنطلق كميات كبيرة من الغازات المشعة مثل الكربون ٨٥ والزينون ١٣٣ ، واليود ١٣١ واليود ١٢٩ وثنائي أكسيد الكربون المكون من الكربون ١٤ المشع والأكسجين ، والتريتيوم ٣ (نظير مشع للهيدروجين) حيث تجمع هذه الغازات وتطلق إلى البيئة بمعدلات محكومة خلال مداخن عالية يصل ارتفاعها إلى حوالي ٢٠٠ متر فوق سطح الأرض . بعد ذلك ينقى المحلول الناتج عن



٢٣٥ أقل من النسبة الطبيعية ( يورانيوم مستنفد ) فإنه يخزن لاستخدامه كمادة أولية في المفاعلات الولودة السريعة أو للأغراض الأخرى .

أما البلوتونيوم فيتم ترسيبه في صورة اكسالات البلوتونيوم التي تحول بعد ذلك إلى ثاني أكسيد البلوتونيوم ليخلط مع ثاني أكسيد اليورانيوم غير المثري لاستخدامه وقوداً لمفاعلات الماء الخفيف ( دون عمليات إثراء حيث أن البلوتونيوم مادة إنشطارية بديلة لليورانيوم ٢٣٥ ) . كذلك يخلط ثاني أكسيد البلوتونيوم مع نسبة ضئيلة من ثاني أكسيد اليورانيوم غير المثري ويستخدم كوقود في المفاعلات الولودة السريعة .



يمثل إنتاج النظائر المشعة نسبة محدودة للغاية من الصناعات النووية . وتنتج النظائر المشعة الصناعية إما بقذف نظائر مستقرة بجسيمات نووية كالنيوترونات أو الجسيمات المشحونة كالبروتونات والديوترونات وجسيمات ألفا وغيرها ، وإما باستخلاصها من نواتج الانشطار من المفاعلات النووية ، فعلى سبيل المثال ينتج الكوبلت ٦٠ المشع بوضع كتلة معينة من الكوبلت ٥٩ الفلزي المستقر داخل لب المفاعل النووي لتتعرض للتدفق النيوتروني . وعند امتصاص نواة الكوبلت ٥٩ لنيوترون فإنها تتحول إلى الكوبلت ٦٠ وينطلق في نفس اللحظة فوتون جاما كالنتيجة :



ويتم إنتاج العشرات العديدة من النظائر المشعة في المفاعلات النووية بهذا الأسلوب .

وهناك عدد آخر من النظائر المشعة التي يتم استخلاصها من نواتج الانشطار المتبقية في المفاعل بعد استهلاك الوقود ، ومن هذه النظائر السيزيوم ١٣٧ والاسترونشيوم ٩٠ والمولبدنيوم ٩٩ وغيرها .

كذلك يتم إنتاج ما يزيد على ١٢٠٠ نظير مشع صناعياً باستخدام المعجلات النووية حيث تسرع الجسيمات المشحونة بواسطة المعجل لطاقة معينة ثم يقذف هدف من نظير مستقر معين للحصول على النظير المشع

ويتم فصل النواتج ( كالنبتونيوم والتكنشيوم وغيرها ) من محاليل نترات اليورانيوم ونترات البلوتونيوم خلال دورتي فصل لاحقتين يتم خلالهما إعادة أكسدة البلوتونيوم الثلاثي إلى بلوتونيوم رباعي وذلك باستخدام أكاسيد النيتروجين أو بالطرق الكهروكيميائية . وخلال الدورات الثلاثية يتم استخلاص كل من البلوتونيوم واليورانيوم بنسبة تصل إلى ٩٨ - ٩٩٪ إلا أنهما يكونان مختلطين بنسب ضئيلة من الشوائب . بعد ذلك يخضع كل من اليورانيوم والبلوتونيوم كل على حدة لعمليات تنقية مشابهة للعمليات التي تتم في مصانع المعالجة التي تتميز بمعايير وقاية إشعاعية أخف كثيراً من المعايير المطبقة في الدورات الثلاثية المذكورة وذلك لوجود نواتج الانشطار شديدة الإشعاع ، وعموماً تجري جميع عمليات إعادة المعالجة والاستخلاص عند درجات حرارة لا تزيد عن ١٣٠°م وتحت ضغط يقل قليلاً عن الضغط الجوي لضمان عدم انتشار المواد المشعة ، وتتم جميع العمليات آلياً بالتحكم عن بعد ، وفي غرف خاصة لا يقل سمك جدرانها عن ١ متر من الخرسانة المسلحة تحقيقاً لمتطلبات الحماية الإشعاعية .

### ● عمليات المؤخرة

تنتهي عمليات بيوركس بالحصول على محلول نترات اليورانيوم شديدة التركيز ومحلول نترات البلوتونيوم التي يقل تركيزها عن ٢٥٠ غرام بلوتونيوم لكل لتر. وتبدأ عمليات معالجة هذه المحاليل بعد ذلك بهدف تنقيتها من الشوائب .



بعد الحصول على محاليل نقية لكل من اليورانيوم والبلوتونيوم تنتهي عمليات إعادة المعالجة وترسل هذه المحاليل من جديد إلى مصانع المعالجة لمعالجتها وتجهيزها للاستخدام المناسب كوقود . فإذا كانت نسبة اليورانيوم ٢٣٥ في محلول اليورانيوم قريبة من النسبة الطبيعية أو أعلى منها فإنه يخضع من جديد لعمليات تحويل إلى سادس فلوريد اليورانيوم وعمليات إثراء لاستخدامه كوقود جديد ، أما إذا كانت نسبة اليورانيوم

الإذابة بوضعه في أجهزة طرد مركزي أو بترشيحه خلال أغشية خاصة ، ثم يخضع المحلول بعد ذلك للتحليل الإشعاعي لتحديد جميع النظائر المشعة الموجودة فيه وتركيزاتها ، وعموماً يحتوى المحلول بعد التنقية على كل من اليورانيوم والبلوتونيوم وجميع نواتج الانشطار ( عدا النواتج الغازية ) أما الأجسام الصلبة والتي تتضمن أجزاء عناصر الوقود الفلزية وقطع أغلفة الزركونيوم والحماة المتكونة عن الترشيع وغيرها فإنها تجمع وتحفظ حيث تعامل كنفايات مشعة متوسطة المستوى الإشعاعي .

### ● الإستخلاص

يخضع محلول الوقود المستهلك في مصنع الاستخلاص لعدد من عمليات الفصل والاستخلاص تتمثل باختصار في الآتي : يضاف حمض النيتريك ( بتركيز ٢م ) حتى يصل تركيز اليورانيوم في المحلول إلى حوالي ٢٤٠ - ٣٠٠ غرام لكل لتر . يضاف للمحلول خليط من الفوسفات ثلاثي البيوتيل (Tributyl Phosphate) بنسبة ٣٠٪ والكيروسين أو البروبان المهدرج . وتهدف هذه العملية لفصل كل من اليورانيوم والبلوتونيوم في طور عضوي وذلك باستخدام أعمدة ذات مرشحات خاصة . وخلال هذه العملية والمسماة بالدورة الأولى يفصل كل من اليورانيوم والبلوتونيوم وتبقى معظم نواتج الانشطار في الطور المائي ليتم فيما بعد تركيزها واستخلاص الأحماض منها ومعالجتها كنفايات مشعة سائلة .

أما اليورانيوم والبلوتونيوم المفصولان في الطور العضوي فإنهما يخضعان لعمليات إختزال بواسطة عامل مختزل مثل الهيدرازين أو غيره أو لعمليات معالجة كهروكيميائية تؤدي في النهاية إلى تحويل البلوتونيوم الرباعي ( Pu-IV ) إلى بلوتونيوم ثلاثي ( Pu-III ) ، غير قابل للذوبان في الطور العضوي . بذلك يتم فصل اليورانيوم عن البلوتونيوم باستخدام حامض نيتريك مخفف ( ٠,١ مول ) . وهكذا تؤدي دورة الاستخلاص الأولى إلى فصل محلول الوقود إلى ثلاثة . محاليل مائية منفصلة هي محلول اليورانيوم ومحلول البلوتونيوم ومحلول نواتج الانشطار .

# عالم في سطور

ك . باري شاربلز  
(K. Barry Sharpless)

\* حاز على ست براءات اختراع .

\* الإنجازات العلمية :

\* إكتشاف طريقتين جديدتين لتركيب

الجزئيات غير المتماثلة ، أي تركيب

جزئيات يمينية فقط أو جزئيات

شمالية ، مستخدماً في ذلك محفزات

فلزية تقوم بتحويل الروابط

الجزئية في المركبات الأساسية

للحصول على جزئيات موحدة

الاتجاه وهو أمر بالغ الأهمية لأن

بعض الجزئيات ربما تكون مفيدة

للأحياء في صيغتها اليمينية وضارة

في صيغتها الشمالية ، مما يتطلب

تنقيتها ، ومن هنا تبرز أهمية هذا

العمل خصوصاً في الصناعات

الدوائية .

\* الجوائز والتقدير العلمي :

\* الحصول على العديد من الجوائز

الرفيعة ، ومنها جائزة الملك فيصل

العالمية للعلوم عام ١٤١٥هـ - ١٩٩٥م .

المصدر :-

الفائزون بجائزة الملك فيصل العالمية  
للعلوم (١٤١٥هـ - ١٩٩٥م).

• الاسم : ك . باري شاربلز .

• الجنسية : أمريكي .

• تاريخ ومكان الميلاد : ١٩٤١م ،

أمريكا

• المؤهلات العلمية :

\* بكالوريوس في الكيمياء ، كلية

دارتموث ، بأمريكا ، ١٩٦٢م .

\* دكتوراه في الكيمياء ، جامعة

استانفورد ، بأمريكا ، ١٩٦٨م .

• أعماله :

\* أستاذ في معهد ماساشوتس

التقني ، في جامعة استانفورد .

\* أستاذ كرسي آرثر كوب للكيمياء

في معهد ماساشوتس التقني

\* أستاذ كرسي وليام كيك في معهد

اسكربس في كاليفورنيا ، ١٩٩٠م .

\* عضو وزميل في هيئات علمية

مرموقة منها الرابطة الأمريكية لتقدم

العلوم ، والأكاديمية الأمريكية للآداب

والعلوم ، والأكاديمية القومية للعلوم .

\* نشر - مع زملائه - حوالي ٢٢٠

بحث في كبرى الدوريات المتخصصة

في الكيمياء .

المطلوب . ومن أمثلة النظائر المشعة المنتجة  
باستخدام المعجلات الجاليوم ٦٧ والإنديوم  
١١١ واليود ١٢٣ وغيرها .

وعموماً تتميز النظائر المشعة المنتجة  
بواسطة المفاعلات النووية برخص ثمنها  
وإمكانية الحصول على كميات كبيرة منها  
نظراً لأنها تنتج كمنتج جانبي لتشغيل  
المفاعل النووي ( سواء كانت نواتج  
انشطارية أو بالتشعيع داخل المفاعل ) . أما  
النظائر المنتجة باستخدام المعجلات فتتميز  
بأثمانها المرتفعة حيث يتم تشغيل المعجل  
خصيصاً لتشعيع المادة المستقرة وإنتاج  
النظير المعين .

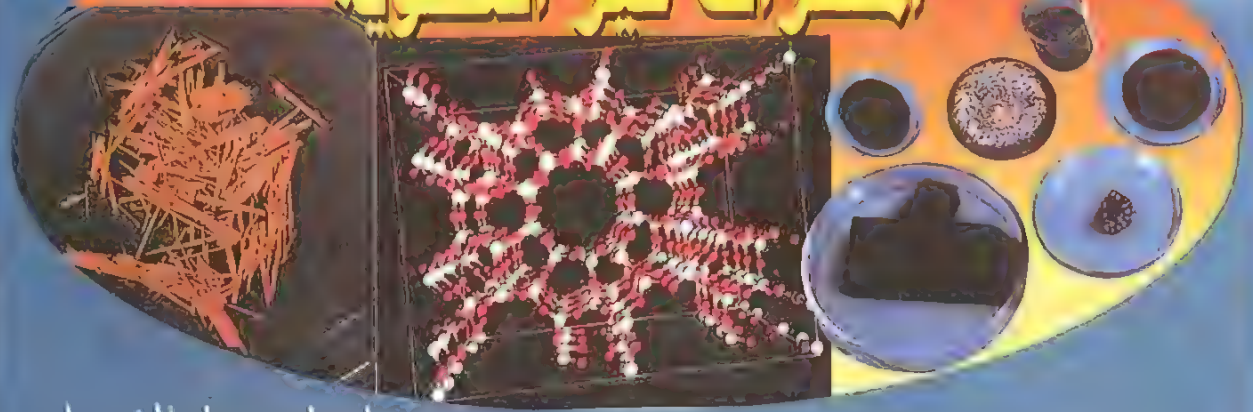
وبعد عمليات التشعيع سواء داخل  
المفاعل النووي أو باستخدام حزمة  
الجسيمات المشحونة من المعجل النووي  
تخضع المادة المشعة لعمليات فصل  
كيميائي ومعالجات بغرض استخلاص  
النظير المشع بالصورة الكيميائية المطلوبة  
للتطبيق المعين . وتتم عمليات الفصل  
والاستخلاص والتقنية داخل مختبرات  
خاصة يطلق عليها اسم المختبرات الحارة  
( Hot Labs ) ، نظراً لتعاملها مع مواد  
شديدة الإشعاع ، تشبه إلى حد ما بعض  
المختبرات الموجودة في مرافق ومصانع  
المعالجة للوقود النووي .

الشيخ الدكتور محمد بن عبد الله بن جابر

منذ عام ١٩٨٢م بدأ معجل  
السيكلوترون بمستشفى الملك فيصل  
التخصصي ومركز الأبحاث في العمل  
لعلاج بعض الأورام وإنتاج النظائر المشعة  
اللازمة لبعض التطبيقات الطبية  
التشخيصية . ومنذ هذا التاريخ ينتج المركز  
عدداً من النظائر المشعة قصيرة العمر مثل  
الجاليوم ٦٧ والكربتون ٨١ والإنديوم  
١١١ واليود ١٢٣ والثاليوم ٢٠١ في  
صور صيدلانية مختلفة تغطي إحتياجات  
المستشفى التشخيصية من هذه المركبات  
الصيدلانية ويصدر منها جزء إلى عدد من  
الدول الأجنبية . وقد بلغ إنتاج المستشفى  
من هذه الصيدلانيات المشعة حتى عام  
١٩٩٥م حوالي ٧٠٠٠ عبوة ( جرعة ) ،  
استخدم جزء منها داخل مستشفيات  
الملكة وصدر الجزء الآخر للخارج .



# الحفيزات غير العضوية



د. سليمان حماد الخويطر

المادة المحفزة عبارة عن مادة كيميائية تضاف بكميات قليلة للتفاعل الكيميائي بهدف تسريعه دون أن تتغير خواصها الكيميائية رغم إمكانية حدوث تغيرات في خواصها الفيزيائية . وتسرع المادة المحفزة التفاعلات القابلة للحدوث من الناحية الحركية الحرارية (Thermodynamic) ولا تستطيع أن تغير من موضع الإتزان في حالة التفاعلات العكسية لأن الفعل الحفزي يسرع التفاعلات الأمامية والعكسية بنفس المقدار ، ومن ناحية أخرى، ليس بالضرورة لمحفز ما أن يحفز بالتساوي جميع أو بعض التفاعلات المحتملة في مزيج التفاعل . ولكن بالبحث عن محفز مناسب يمكن استخدامه لتسريع تفاعل مرغوب به انتقائياً ، وتعد المواد المحفزة هي المسؤولة عن هذه الانتقائية والفعل الموجه وكذلك تسريع التفاعلات الكيميائية في الصناعة .

ثابتة ، أما عند ظروف أخرى فإن الفلزات الانتقالية (٠) وغير الانتقالية (٠٠) تشكل أكاسيد قابلة للاختزال بحيث يمكن استخدامها كمواد محفزة فلزية .

تعتمد الفعالية الحفزية للفلزات في تفاعلات الأكسدة والاختزال على خصائص الامتزاز الكيميائي ، وبشكل عام تزداد الفعالية من اليسار نحو اليمين في الأدوار من ٤ إلى ٦ في مجموعة الفلزات الثامنة أ (VIII) في الجدول الدوري . فعلى سبيل المثال ، تعزى فعالية الهدرجة لمجموعة (VIII) إلى الإمتزاز المعتدل للمواد المتفاعلة على سطح الفلز ، ومع فلزات المجموعتين (VA) و (VIA) ، فإن روابط الإمتزاز قوية جداً وتسمح بتفاعل سريع . ومن ناحية أخرى فإن معادن فلزات المجموعة الأولى (IB) تظهر إمتزاز كيميائي قليل للهيدروجين .

المستخدمة في هدرجة الزيوت ، وسيليكا الألمنيوم المستخدم في عمليات تكسير المشتقات البترولية .

أما في حالة الحفز المتجانس فإن المحفز يكون من نفس طور المواد المتفاعلة ، أي أن المحفز يكون غازاً في تفاعلات الغازات ويكون سائلاً في تفاعلات المحاليل .

ومن الأمثلة على ذلك تحول النشاء إلى سكر بوجود الأحماض وتفكك فوق أكسيد الهيدروجين بوجود أيونات الحديد ، وأملاح المعادن الانتقالية الذوابة في الهيدروكربونات المستخدمة في عملية أكسدة المركبات الهيدروكربونية في الطور السائل .

## تصنيف المواد المحفزة

تصنف المواد المحفزة وفق المجموعات

التالية :-

### ● الفلزات والخلائط والمركبات المعدنية

يمكن تفصيل هذا النوع من المحفيزات فيما يلي :-

الفلزات :- وتتصف جميعها بأنها تتفاعل بعنف مع الأكسجين والماء حيث تبقى الفلزات الثمينة - الذهب والفضة ومجموعة البلاتين - تحت ظروف أكسدة معينة في حالاتها الفلزية لأنها تشكل أكاسيد غير

يعود استخدام المواد المحفزة إلى عام ١٨٢١م حيث استُخدم البلاتين في عملية أكسدة ثاني أكسيد الكبريت إلى حامض الكبريت ، وفي عام ١٨٢٨م استُخدم البلاتين أيضاً في عملية أكسدة النشادر (الأمونيا) إلى حامض النيتروجين ، كما شهد عام ١٨٩٧م استخدام النيكل لهدرجة الإيثيلين ، وفي عام ١٩٠٢م استخدم النيكل والكوبالت لتصنيع الميثان من أول أكسيد الكربون والهيدروجين ، أما في عام ١٩٢٠م فقد استخدم أكسيد الفناديوم لأكسدة البنزين والنفثالين للحصول على بلاماء حامض المالميتيك وبلا ماء حامض الفثاليك ، وتتالت بعد ذلك الصناعات الكيميائية التي تقوم على استخدام أنواع لا تعد ولا تحصى من المواد المحفزة وما زالت تتطور إلى يومنا هذا بعد اكتشاف النفط .

تصنف عمليات الحفز إلى حفز غير متجانس وحفز متجانس حيث يكون طور المحفز غير المتجانس مختلف عن طور المواد المتفاعلة ، إذ يمكن أن يكون الحفاز صلباً في حين تكون المواد المتفاعلة غازية أو سائلة . ومن المواد المحفزة غير المتجانسة الشبك السلكي (Wire Gauze) المصنوع من البلاتين والروديوم المستخدمة صناعياً في أكسدة النشادر إلى أكسيد النتريك ، والنيكل على داعم من الكيسيلجر (Kieselguhr)

● تشمل الذهب (Au) والفضة (Ag) والنحاس (Cu) والنيكل (Ni) والبلاديوم (Pd) والإيريديوم (Ir) والروديوم (Rh) والكوبالت (Co) والروثينيوم (Os) والحديد (Ru) والرينيوم (Re) والتنجستن (W) والموليبدوم (Mo) .

● الثروليوم (Te) والسيلينيوم (Se) والبيزوث (Bi) والانتيمون (Sb) والزرنيخ (As) والرصاص (Pb) والقصدير (Sn) والزنك (Zn) والكاديوم (Cd) والقصدير (Zn) .



● الذهب، أحد الفلزات المستخدمة في صناعة المحفزات.

● **الخلاط:** وهي عبارة عن مزيج من فلز فعال حفزياً مع فلز آخر فعال أو غير فعال يمكن أن يزيد أو ينقص من الفعالية. وتستخدم هذه الأنواع من مزائج الفلزات لتحسين فعالية أو انتقائية المادة المحفزة المعدنية. ويبين الجدول (١) أمثلة على أهمية خلط بعض أنواع المحفزات الفلزية بفلزات أخرى.

وتستخدم الخلاط الفلزية في بعض الحالات كمادة محفزة صناعية على شكل مسحوق أو حبيبات أو شبكة (Wire Gauze)، ولكن في أغلب الأحيان تبعثر على أو مع مواد داعمة (Supports)، حيث يكون الهدف من استخدام المواد الداعمة تحسين مردود العملية الحفزية من الناحية الاقتصادية وذلك للحصول على أعلى فعالية وانتقائية في كل وحدة كتله من الفلز الفعال، وأفضل مقاومة للتثبيت الحراري والتسمم. وتعتمد المادة المحفزة المدعمة على تركيز الفلز وعلى المادة الداعمة وطريقة الاستخدام.

يوجد عدة طرق لتحسين انتقائية المحفزات الفلزية، حيث يمكن تثبيط التفاعلات غير المرغوب بها بإضافة مثبطات. فعلى سبيل المثال يضاف ثنائي كلوروايثان، في عملية أكسدة الإيثيلين لإنتاج أكسيد الإيثيلين على محفز من الفضة لتثبيط تفاعل احتراق الإيثيلين إلى غاز ثاني أكسيد الكربون. كما أن إضافة فلز فعال أو غير فعال إلى آخر تؤدي إلى تثبيط التفاعل غير المرغوب به أو تسريع

التفاعل المرغوب به. ويمكن تثبيط بعض أنواع التفاعلات أيضاً بإضافة بعض أنواع أكاسيد الفلزات القلوية، فعلى سبيل المثال، يضاف ١ ر ٠ ٪ مول من أحد أنواع أكاسيد الفلزات القلوية إلى الفضة لتحسين انتقائيتها وفعاليتها في عملية أكسدة الإيثيلين وذلك بتثبيط بعض التفاعلات الثانوية.

● **المركبات الفلزية (Intermetallic compounds):** وهي عبارة عن مجموعات من المعادن - مثل (Fe Ti)، و (LaNi<sub>5</sub>) و (CeCo<sub>3</sub>)، تتصف بامتزاز كيميائي مرتفع للهيدروجين، لذلك فهي تستخدم في عمليات الهدرجة، وتصنيع النشادر، والميثنة (Methanation) وتماكب الألكانات.

● **الأكاسيد الفلزية:** وهي عبارة عن أكاسيد فلزية من بعض عناصر المجموعة الثانية والثالثة والرابعة والخامسة والعناصر الانتقالية وعناصر مجموعتي اللانثانيوم والأكتنيوم. وتنقسم هذه الأكاسيد إلى مجموعتين هما:

● **أكاسيد عازلة (Insulators):** وتستخدم كمادة داعمة وكمواد محفزة للتفاعلات القاعدية ومنها أكاسيد العناصر غير الانتقالية مثل BaO, SrO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, BeO

● **أكاسيد شبه موصلة (Semiconductors):** وهي مواد محفزة فعالة بشكل خاص

لتفاعلات الأكسدة والاختزال التي تتجاوز فعاليتها فعالية البلاتين والبلاديوم والفضة، ويمكن أن تحفز القليل من التفاعلات الحامضية - القاعدية نظراً لأنها تتصف بخصائص حامضية، ومن أهمها ما يلي:

(١) **أكاسيد عناصر انتقالية:** وتتضمن ما يلي:

● **نوع (n):** ومنه UO<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub>, HfO<sub>2</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MoO<sub>3</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub>, Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

● **نوع (p):** ومن أهمه: Cu<sub>2</sub>O, NiO, CoO, FeO, MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

● **أكاسيد جوهريّة (Intrinsic):** مثل: CuO, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

(ب) **أكاسيد ذاتية غير انتقالية من نوع (n):** Bi<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, PbO<sub>2</sub>, HgO, Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SnO<sub>2</sub>, CdO, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, GeO<sub>2</sub>, ZnO

وتستخدم مثل هذه الأنواع من الأكاسيد في العديد من الصناعات البترولية والبتروكيميائية التي من أهمها: أكسدة البروبين إلى الأكرولين، وتفاعلات التحلّق والتعطير مثل تحويل البروبين إلى بنزين و ١، ٥ - هكساديين، والتكسير الحفزي للألكانات، والإمالة مع التكسير للأولييفينات، وأكسدة البنزين إلى بلا ماء حامض المالنيك، وأكسدة النفثالين إلى بلا ماء حامض الفثاليك وغيرها من التفاعلات الأخرى.

المادة المحفزة	الفلز المضاف	التفاعل	تأثير خلط الفلزات
البلاتين	٥ - ٢٠ ٪ روديوم	أكسدة النشادر	مردود أعلى من أول أكسيد النيتروجين وخفض نسبة فقدان معدن البلاتين
الفضة	الذهب	أكسدة الإيثيلين	تحسين نسبة انتقائية أكسيد الإيثيلين
الفضة	١٠ ٪ ذهب	أكسدة الكيومين	مردود أعلى من هيدروبيروكسي الكيومين
البلاتين	جرمانيوم، قصدير، إنديوم، جاليوم	نزع الهيدروجين وتكسير الإلكانات	خفض نسبة الكربون المتشكل على سطح المادة المحفزة وفترة حياة أطول لها
البلاتين	رصاص، نحاس	تفاعلات تحلّق وتمطير الإلكانات	مردود أعلى من العطريات
البلاتين - البلاديوم - الإيريديوم	ذهب	نزع الهيدروجين بالأكسدة من الألكانات	تحسين الانتقائية
الإيريديوم	ذهب، فضة، نحاس	إعادة التشكيل الحفزي للألكانات وحلّي الألكانات	مردود أعلى من العطريات عند درجة حرارة أعلى من ٥٠٠ °م

● جدول (١) أهمية خلط بعض المحفزات الفلزية بفلزات أخرى.



تزداد الصفة الحامضية لمثل هذا النوع من المحفزات عند مزجها مع أكاسيد أخرى يكون فيها عدد الأكسدة مختلف ، ويعتمد ازدياد الصفة الحامضية على نوع الأكاسيد الممزوجة ونسبة كل أكسيد في المزيج ونظراً لثباتيتها الحرارية فإنها تستخدم عند درجات حرارة مرتفعة وخاصة في الصناعات البترولية .

يمكن الحصول على هذه الأكاسيد صناعياً أو طبيعياً ، وكمثال على ذلك الزيولايت الذي هو عبارة عن ألومينوسيليكات  $M_2/nO, Al_2O_3, SiO_2$  وماء  $(H_2O)$  حيث  $(n)$  تكافؤ الفلز .

وهناك أنواع أخرى من المحفزات الحامضية الصلبة مثل حامض الكبريت وحامض الفوسفور المدعم (المحمل) على هلام السيليكا (Silica Gel) أو الكيسيلجر (Kieselguhr) ، وهاليدات الألمنيوم واليورون المحملة على داعم ، والأحماض المتعددة غير المتجانسة (Heteropoly Acids) ، ومبادلات أيونية عضوية .

### ● القواعد

تشتمل محفزات القواعد الصلبة على أكاسيد وهيدروكسيدات وكربونات وسيليكات لفلزات قلوية أو فلزات قلوية ترابية وكذلك هيدريداتها وأميداتها ، والمبادلات الأيونية العضوية .

تعد التطبيقات الصناعية لمثل هذه المحفزات قليلة جداً ، ومن أهم استخداماتها ما يلي :

- تكاثف الأسيتون إلى ثنائي أسيتون الكحول ، ويستخدم لذلك هيدروكسيد الباريوم أو هيدروكسيد الكالسيوم على داعم .

- تحويل ميثيل حلقي البنزين إلى ميثيل حلقي بنتادين وميثيل حلقي البنزين ، ويستخدم لذلك فلز الصوديوم المحمل على داعم .

- البلمرة الثنائية للبروبين إلى ٢- ميثيل البنزين ، ويستخدم في ذلك فلزات قلوية مدعمة أو هيدراتها أو أميداتها .

- بلمرة البيوتاديين ويستخدم فيها فلز الصوديوم المدعم .

- الكلة السلسلة الجانبية للتولوين ، ويستخدم لها فلز الصوديوم المحمل على الألومينا .

عملية نزع الهيدروجين من البيوتين . كما وتستخدم بعض أنواع الفوسفات الفلزية الأخرى في عمليات الأكسدة والتعطير (Aromatization) . ومن أهم الفوسفات المستخدمة في بعض الصناعات البتروكيميائية فوسفات الألمنيوم  $(AlPO_4)$  التي تعمل كمحفز حامضي مع الزيوليتات .

### ● السلفيدات

السلفيدات عبارة عن مركبات كبريتية فلزية مثل سلفيدات النيكل والكوبالت والحديد والموليبدنوم والتنجستن ، وتتصف السلفيدات بخصائص حامضية شبه موصلة وبالتالي فإن لها تطبيقات في كل من تفاعلات الأكسدة والاختزال والتفاعلات التي تحتاج إلى تحفيز حامضي ، ولكنها تبدي فعالية قليلة عند درجات حرارة أقل من ٢٠٠-٢٥٠°م ولها تطبيقات هامة في هدرجة الفحم السائل المحتوي على كميات من الكبريت وكذلك في إزالة الشوائب الكبريتية والنيتروجينية من البترول وذلك بالمعالجة بالهيدروجين .

وبمقارنة محفزات السلفيدات مع المحفزات الأخرى فإن الأولى تتسم بشكل أسرع وذلك بسبب تشكل الكحول على سطحها .

تستخدم سلفيدات المجموعات الفلزية مثل سلفيدات نيكل - موليبدنوم ، كوبالت - موليبدنوم ، نيكل - كوبالت - موليبدنوم ونيكل تنجستن على مواد داعم مثل الألومينا والسيليكا أو مجموعة من الألومينا والسيليكا في المعالجة بالهيدروجين والتكسير بالهيدروجين للسوائل المشتقة من الفحم وبقايا التقطير الأسفلتية . كما تلائم هذه الأنواع من المحفزات عمليات نزع الكبريت من الغاز الطبيعي والمشتقات النفطية الخفيفة وغاز الاصطناع الناتج من إعادة التشكيل البخاري .

### ● الأحماض

يتضمن هذا النوع من المحفزات الأكاسيد الصلبة لعناصر الدورة الثالثة من الجدول الدوري ، وهي أكسيد الصوديوم وأكسيد المغنيسيوم وأكسيد الألمنيوم وأكسيد السيليكون وأكسيد الفوسفور . وتبدي هذه المحفزات إنتقالاً من الصفة القاعدية المذبذبة إلى الحامضية .

● الأكاسيد الثنائية (Binary Oxides) : وتحتوي على مجموعات من أكاسيد الحديد أو الكوبالت أو النيكل أو التحاس أو الزنك مع أكاسيد الكروم أو الموليبدنوم أو التنجستن ، وتستخدم بعض أنواع هذه المجموعات صناعياً في عمليات أكسدة الميثانول إلى الفورم الدهيد والهدرجة الإنتقائية ، ونزع الهيدروجين الإنتقائي ، وعمليات نزع الكبريت والنيتروجين والأكسجين ، وصناعة الميثانول وغيرها من العمليات الأخرى .

### ● الأملاح

تشمل الأملاح المستخدمة في عمليات التحفيز ما يلي :

● الهاليدات : وتشمل العديد من الكلوريدات من أهمها ما يلي :-

- كلوريد الألمنيوم : وهو أكثر المواد المحفزة استخداماً كحامض لويس المستخدم في العديد من الصناعات البترولية والبتروكيميائية مثل تفاعلات الألكلة والتماكب وإعادة الترتيب و البلمرة . ومن أهم المواد البتروكيميائية الوسطية التي يمكن صنعها باستخدام كلوريد الألمنيوم هي : إيثيل البنزين ، ٢،٢ - ثنائي ميثيل البوتان ، الأيزوبوتان ، والمطاط البوتيلي وغيرها .

- ثلاثي ورباعي كلوريد التيتانيوم : ويستخدم في بلمرة زيغلر - ناتا للإيثيلين والبروبيلين .

- كلوريد النحاس : ويستخدم في عمليات الأكسدة المكلورة (Oxychlorination) حيث يضاف إليه كلوريد البوتاسيوم وذلك لتقليل تطايره بتشكيل أيونات من  $(CuCl_2)$  ولزيادة امتصاص الأكسجين ولمنع تشكل سلسلة بوليمرية غير فعالة من  $(CuCl_2)$  .

● الكبريتات : ومن أهمها كبريتات الألمنيوم وكبريتات النحاس اللذان يستخدمان في تماكب الرابطة المضاعفة . وكبريتات البوتاسيوم المستخدم مع حفاز أكسيد الفناديوم لأكسدة ثاني أكسيد الكبريت إلى ثالث أكسيد الكبريت ، والنفتالين إلى بلا ماء حامض الفثاليك .

● الفوسفات : ومن أمثلتها فوسفات النيكل كالسيوم  $(Ca_8Ni(PO_4)_8)$  الذي يستخدم في

### ● محفزات ثنائية الوظيفة

تستخدم المحفزات ثنائية الوظيفة (Bifunctional Catalysts) أو متعددة الوظائف - تتربك من محفزين أو أكثر - لتسريع جميع التفاعلات ، فعلى سبيل المثال ، يجري تماكب الألكانات ، مثل البيوتان ، من خلال آلية أيون الكربونيوم ، التي يعتمد تشكلها على وجود كمية صغيرة من الكين ويتطلب التماكب وجود محفز حامضي في حين يتطلب نزع الهيدروجين من الألكان ودرجة الأليفين مادة محفزة فلزية .

بالإضافة إلى ذلك تستخدم المحفزات ثنائية الوظيفة في عمليات إعادة التشكيل الحفزي والتكسير بوجود الهيدروجين . فعلى سبيل المثال ، يعمل أكسيد التيتانيوم أو أكسيد الكروم كمحفز حامضي أو كمحفز للهدرجة ونزع الهيدروجين وذلك بسبب تعدد حالات أكسدهما .

ومن التفاعلات الأخرى التي تستخدم فيها محفزات ثنائية الوظيفة الأكسدة الانتقائية وأكسدة النشادر للبروبين على حفاز من أكسيد البرموت وأكسيد الموليبدوم .

### ● معقدات التساند الفلزية

تستخدم معقدات التساند الفلزية (Metal Coordination Complexes) وخاصة الفلزات الانتقالية لتحفيز عدد كبير من التفاعلات مثل الهدرجة ، والبلمرة ، والهيدرو فورملة والأكسدة ، بالإضافة ، وتبدي مثل هذه المحفزات إنتقائية عالية حيث تذاب في وسط التفاعل ، وبناء عليه فإنها تستخدم كمحفزات متجانسة ويمكن فصل المنتجات من وسط التفاعل بسهولة . كما ويمكن استخدامها كمحفزات غير متجانسة أيضاً عندما تحمل على داعم .

ومن أمثلة هذا النوع من المحفزات ماييلي :

- المحفزات  $[RuCl_6]^{2-}$  و  $[Co(CN)_6]^{3-}$  والمحفز  $[Co(CO)_4]^-$  و  $Fe(CO)_5$  و  $Pt(SnCl_3)_5^{3-}$  وتستخدم في عمليات الهدرجة .

- المحفز  $[RhCl_2R_2]$  ويستخدم في عملية البلمرة الثنائية .

- المحفز  $[PdCl_4]^{2-}$  و  $[FeH(CO)_4]$  ويستخدمان في عملية التماكب .

- المحفز  $[Rh(CO)_2I_2]$  ويستخدم في عملية الكربلة (Carbonylation) .

- المحفز  $[Co(CO)_4]$  ويستخدم في عملية الهيدرو فورملة (Hydroformulation) .

## صناعة المحفزات

بما أن المحفزات المتجانسة هي عبارة عن مركبات أو معقدات كيميائية فإن فعلها الحفزي لا يعتمد على طريقة التحضير ، في حين المحفزات غير المتجانسة تتأثر صفاتها الحفزية بشكل كبير بكل خطوة من خطوات تحضيرها .

ويمكن أن يتم تحفيز التفاعل بواسطة المحفز دون الحاجة إلى مكون آخر يدعم عملية التفاعل ، ويطلق على المحفز في هذه الحالة بالمحفز غير المدعم . وفي أحيان أخرى يتم التحفيز بمساعدة مادة داعمة وحاملة - (Support) ، وفي هذه الحالة تكون المادة الداعمة هي المادة الفعالة في التفاعل ، ومن أمثلة المواد الداعمة الكربون المنشط والالومينا اللذين يسب مساحتهما السطحية الكبيرة يعملان على تبعثر البلاتين والبلاديوم على أكبر مساحة ممكنة وبالتالي يتم زيادة فعاليتهما الحفزية .

تصنف المواد الداعمة إلى مواد داعمة طبيعية - مثل الأسبستوس والكولين والبوكسايت (Bauxite) - مواد داعمة مصنعة التي من أمثلها الكربون المنشط وكربيد السيليكون والمغنيسيا والسيليكا المتنوعة .

تسمى المواد الداعمة ذات المساحة الكبيرة بالمواد المسامية الدقيقة (Microporous) ، وتزيد المعالجة الحرارية لهذه المواد أبعاد المسام ودرجة التبلور والخمول الكيميائي ولكنها تعمل على تناقص المساحة السطحية ، ويمكن زيادة أحجام المسامات للأكاسيد التي تستخدم كمواد داعمة أو الكلسنة (Calcination) لأنواع معينة من الأكاسيد المميهة أو الهيدروكسيدات . فعلى سبيل المثال ، يمكن الحصول على مساحة سطحية كبيرة للألومينا من نوع جاما بواسطة الشوي المتدرج للألومينا ثلاثية التمييه من نوع ألفا .

يتم تحضير المحفزات وفق طرق عديدة تلخص فيما يلي :

### ● الترسيب

تتم عملية الترسيب بتحضير الراسب البلوري أو اللابلوري أو الهلامسي (Gel)

من أملاح المعادن المكونة للمحفز وبعد ذلك يتم إزالة الأيونات القريبة مثل الكربونات والنترات والكربوكسيلات بواسطة التفكك الحراري أو غسيل الراسب أو الهلام بواسطة الماء ، حيث يمكن الحصول على حفاز متجانس باختيار ظروف ترسيب مناسبة مثل حاصل الذوبانية وسرعات الترسيب ، بعدها يتم تحويل المحفز الصلب الرطب إلى محفز بشكله النهائي بواسطة التجفيف والتشكيل والشوي والتنشيط وتنوع درجة تبلور وحجم جسيمات وتركيب الراسب أو الهلام بالتحكم بظروف الإنتاج .

التشرب: يعد الشرب من أكثر الطرق استخداماً لإنتاج المواد المحفزة ، ويتم ذلك بغمر الداعم المسامي في محلول من المكون الفعال ، مع إزالة المحلول الزائد بواسطة الإذابة أو الترشيح أو القوة النابذة . وللحصول على نسبة تشرب عالية تتم إزالة الهواء من مسامات المادة الداعمة عند درجة حرارة معينة وتحت الفراغ .

ومن فوائد هذه الطريقة مقارنة بطريقة الترسيب الحصول على محفزات مدعمة بمساحة سطحية ومسامية وحجم مسامات وشكل بلوري وقوة ميكانيكية تكون ملائمة لنقل الكتلة (Mass Transfer) وظروف التفاعل في المفاعل . وتعد هذه العملية أكثر اقتصادية من طريقة الترسيب بسبب استخدامها لكميات قليلة جداً من المكون الفعال .

### ● الانصهار

يمكن تحضير بعض أنواع المحفزات المستخدمة في بعض العمليات الصناعية بواسطة الانصهار (Fusion) ، فعلى سبيل المثال ، تحضر المحفزات المستخدمة في صناعة النشادر بواسطة صهر الماجنيثايت  $(Fe_3O_4)$  المحتوي على كميات قليلة من أكسيد الألومنيوم  $(Al_2O_3)$  وأكسيد البوتاسيوم  $(K_2O)$  وأكسيد الكالسيوم  $(CaO)$  .

### ● التجفيف والكلسنة

تعتمد مسامية المحفز المترسب على إجراءات التجفيف المستخدمة لإزالة الرطوبة وماء الإماهة . وتؤثر ظروف التجفيف أيضاً على قوة ومدى قابلية تشكل الحفاز إلى



### ● تشكيل المواد المحفزة

يعتمد شكل ودقائق المحفز على طبيعة التفاعل والمواد المتفاعلة ونوعية المفاعل المستخدم. فمثلاً تحتاج التفاعلات في طور السائل إلى محفزات على شكل دقائق صغيرة أو مسحوق ناعم لأن التفاعلات تحدث على أسطح دقائق المحفز.

أما المحفزات المستخدمة في مفاعلات الطبقة الثابتة فيتم تشكيلها بواسطة آلات خاصة إلى أشكال كروية أو أسطوانية مصممة أو أسطوانية مفرغة أو حلقات أو على هيئة حبيبات بأحجام مختلفة.

### التطبيقات الصناعية للمحفزات

تستخدم المواد المحفزة في العديد من الصناعات الكيميائية غير العضوية، جدول (٢)، والبتروولية والبتروكيميائية، جدول (٣).

للمحفزات المترسبة. ويتم الحصول على أداء جيد للمحفز بإيجاد طرق مثلى لعملية الكلسنة باستخدام تقنية التحلل الحراري (DSC)، وحيود الأشعة السينية.

### ● الإختزال

يتم تحضير المحفزات المعدنية بواسطة إختزال أكاسيد أو كلوريدات المكون الفعّال للمحفز. وتتم عملية الإختزال باستخدام غاز الهيدروجين المخفف بغاز النيتروجين أو باستخدام أية عوامل مختزلة أخرى مثل بخار الكحول. بعد تجفيف المحفز في أفران عند درجة حرارة معينة وتحت ضغط مخفف.

المادة المحفزة	المنتج والتفاعل
Ni/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	إنتاج (H <sub>2</sub> ) و CO - إعادة التشكيل البخاري للميثان $H_2O + CH_4 \rightleftharpoons 3H_2 + CO$
أكاسيد Fe-Cr أو أكاسيد Cu-Zn	تفاعل انزياح الماء $CO + H_2O \rightleftharpoons H_2 + CO_2$
Ni	المثنية (Methanation) $CO + 3H_2 \rightleftharpoons CH_4 + H_2O$
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> المنشط	صناعة النشادر $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 3NH_3$
Al, Mg, Ca, K	أكسدة SO <sub>2</sub> إلى SO <sub>3</sub>
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	أكسدة الأمونيا إلى NO $2NH_3 + 5C_2O \rightarrow 2NO + 3H_2O$
Ni / سيراميك	تفكك النشادر $2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$

\* جدول (٢) أمثلة لمحفزات إنتاج المواد الكيميائية غير العضوية.

المادة المحفزة	العملية والمنتج	المادة المحفزة	العملية والمنتج
١- Ni/SiO <sub>2</sub> - Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ٢- Ni-W/SiO <sub>2</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ٢- زيولايت Pd/ ٤- زيولايت، SiO <sub>2</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	التكسير الحفزي للمقطرات الثقيلة لإنتاج الجازولين، الديزل، زيوت تشحيم، وقود طائرات، غازات.	Pt/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	إعادة التشكيل الحفزي للنفتا لإنتاج جازولين باكتان مرتفع، عطريات غاز مسيل، هيدروجين.
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> أو HF (١٨-٢٥ م°)	الكلية الأيزوبروبان مع أوليفينات C5-C3 لإنتاج الكانثان متفرعة لرفع رقم الاكتان.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Pt (١٥٠-٢٥٠ م°)	تماكب نظامي البوتان أو البنتان أو الهكسان لإنتاج ايزوبوتان أو بنتانات وهكسانات متفرعة.
Pt/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ZnO، كروميت النحاس	نزع هيدروجين بالأكسدة لإنتاج الإلهيدرات والكيثونات من الكحولات.	ZnO، - Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Cu - ZnO، Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Cu - ZnO - Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	صناعة الميثانول
Ni/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	صناعة غاز الميثان		

\* جدول (٣) أمثلة لاستخدام المحفزات في الصناعات البتروولية والبتروكيميائية.

أشكال متعددة، وبناءً عليه يجب التحكم في ظروف التجفيف مثل معدل التسخين ودرجة الحرارة وفترة التجفيف ومعدل تدفق الغاز فوق الحفاز. وتجفف جسيمات المحفز بشكل عام في أجهزة تجفيف دوّارة، أما إذا كان المحفز يتأثر بالاحتكاك فيتم تجفيفه على صوان أو أحزمة تجفيف خاصة. أما بالنسبة للمحفزات التي تكون على شكل سوائل فتجفف بطريقة التجفيف بالبخ (Spry drying).

من جانب آخر تتم عملية الكلسنة بالمعالجة الحرارية بالأكسدة في الهواء الجوي عند درجة حرارة أعلى بقليل من درجة حرارة تشغيل المحفز. وتهدف الكلسنة إلى تثبيت الخصائص الكيميائية والفيزيائية والحفزية للمحفز، تصاحب عملية الكلسنة عدة تفاعلات من أهمها يلي:

١- تفكك وتحول المركبات غير الثابتة إلى أكاسيد مثل الكربونات والنترات والهيدروكسيدات والأملاح العضوية.

٢- تشكل مركبات جديدة من الفئات المتفككة عن طريق تفاعلات بالحالة الصلبة.

٣- تحول المركبات اللابلورية إلى مركبات بلورية.

٤- حدوث تحول عكسي لتغيرات بلورية متنوعة.

٥- تغيير بنية المسام والقوة الميكانيكية



المحي بوساطة أنابيب مزدوجة ، شكل (١) ، حيث يذوب الملح الصخري بالماء ، ويخرج المحلول الملحي من الفتحات الجانبية للأنابيب ، يتم الحصول على الملح من المحلول الملحي بنظام الحوض ذو الضغط المنخفض ، شكل (٢) ، وذلك على عدة مراحل هي :

- تركيز المحلول الملحي بإمراره على ثلاث أبراج للتبخير ( مبادلات حرارية بوساطة بخار الماء ) ، ثم صبه في خزان مع إضافة بعض المركبات الكيميائية - مثل يوديد البوتاسيوم ونترات الصوديوم - لتحسين مواصفاته الصحية .

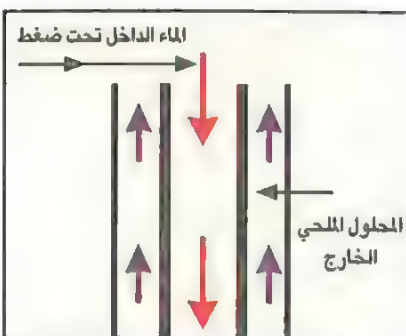
- غسل المحلول الملحي بماء نقي في برج غسيل ، ثم نقله إلى خزان ومنه إلى مرشحات لتنقيته من الشوائب .

- إمرار الهواء الساخن على المحلول الملحي النقي لتبخير الجزء المتبقي من الماء - مع الحفاظ على نسبة من الرطوبة لا تزيد عن ٠,٥٪ - والحصول على ملح كلوريد الصوديوم الذي يتم تعبئته وتخزينه لحين الحاجة إليه .

\* تبخير المحاليل الملحية بالغليان : وتستخدم هذه الطريقة بصفة أساس للحصول على ملح الطعام من المحاليل الملحية

المكونات	نسبة تواجدتها (%)
كلوريد الصوديوم	٩٧,٥٠
ماء	٢,٠٠
كبريتات النحاس	٠,٢٢
كلوريد المغنسيوم	٠,١٢
كلوريد البوتاسيوم	٠,٠٢
مواد غير ذوابة	٠,٠٢
المجموع	٩٩,٨٨

● جدول (٢) نسبة (%) مكونات الملح الناتج من تبخير مياه البحار والمحيطات .



● شكل (١) مخطط لاستخراج المحلول الملحي من مكانه الصخرية .

يعد عنصر الصوديوم سادس العناصر الكيميائية وفرة في القشرة الأرضية إذ تبلغ نسبته حوالي ٢,٨٣٪ وزناً ، ولا يوجد الصوديوم في الطبيعة على شكل عنصر حر - معدن - وإنما يوجد على هيئة أملاح مثل الهاليت ( ملح الطعام ) ، ونترات الصوديوم ( نترات شيلي ) ، وكبريتات الصوديوم ، والبوراكس ، وكربونات الصوديوم .. الخ .

الشمس ، والرياح ، ونسبة الرطوبة في الجو ، وغالباً ما تتم هذه العملية في المناطق ذات الطقس الجاف والشمس في فصل الصيف ، حيث تقوم الدول المطلة على البحار بإنشاء أحواضاً بجانب البحار أو البحيرات أو بحفر بحيرات صناعية يتم ملئها بماء البحار . تتعرض المياه المالحة لأشعة الشمس فيتبخر الماء تدريجياً ، ويتركز المحلول الملحي ، ومع استمرار عملية التبخر ، يترسب ملح كلوريد الصوديوم محتوياً على بعض الشوائب ، جدول (٢) . يذاب الملح الناتج مرة في أخرى في ماء نقي ، ثم يصفى من الشوائب ، ويبلور . تصل نقاوة ملح كلوريد الصوديوم الناتج بهذه الطريقة إلى أعلى من ٩٥٪ ، ويعتمد ذلك بصفة أساس على نسبة تركيز كلوريد الصوديوم في الماء المالح .

\* من مكامن الملح الصخري : ويتم ذلك بضخ الماء - تحت الضغط المنخفض - إلى المكمن

درجة ذوبان الملح (جم ملح / ١٠٠ جم ماء)	درجة الحرارة (م°)
٣٥,٣٧	صفر
٣٥,٨٥	٢٠
٣٦,٧٠	٥٠
٣٩,٢٢	١٠٠

● جدول (١) العلاقة بين درجة ذوبان ملح كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة .

تأتي أهمية أملاح الصوديوم من استخداماتها الواسعة في عدة مجالات منها: الزراعة ، والصناعة مثل صناعة الزجاج ، والنسيج ، والورق ، والأصبغ ، والصناعات الطبية .. وغيرها .

سيتناول هذا المقال - بمشيئة الله - مركبات الصوديوم غير العضوية المعروفة والمستخدمة بكثرة في نواحي الحياة المختلفة، من حيث طرق تصنيعها ، وبعض خواصها ، واستعمالاتها ، وذلك على النحو التالي :

## كلوريد الصوديوم

يترسب ملح كلوريد الصوديوم ( ملح الطعام ) على شكل بلورات مكعبة - مع بعض الشوائب من أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم - شفافة أو نصف شفافة ( تحتوي على بعض المواد الملونة التي تختفى عند تسخين الملح إلى ٢٥٠م ) ، وتتراوح كثافة الملح بين ٢,١ إلى ٢,٣ جم / سم<sup>٣</sup> ، وتصل درجة انصهاره إلى ٨٠١م ، ويذوب في الماء ، وتزيد درجة ذوبانه بزيادة درجة الحرارة ، جدول (١) .

### طرق التحضير

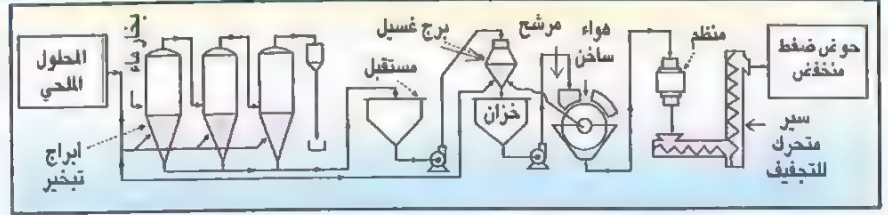
يمكن الحصول على ملح كلوريد الصوديوم من ثلاث مصادر طبيعية هي :  
\* تبخر مياه البحار والبحيرات المالحة : ويعتمد ذلك بصفة أساس على أشعة



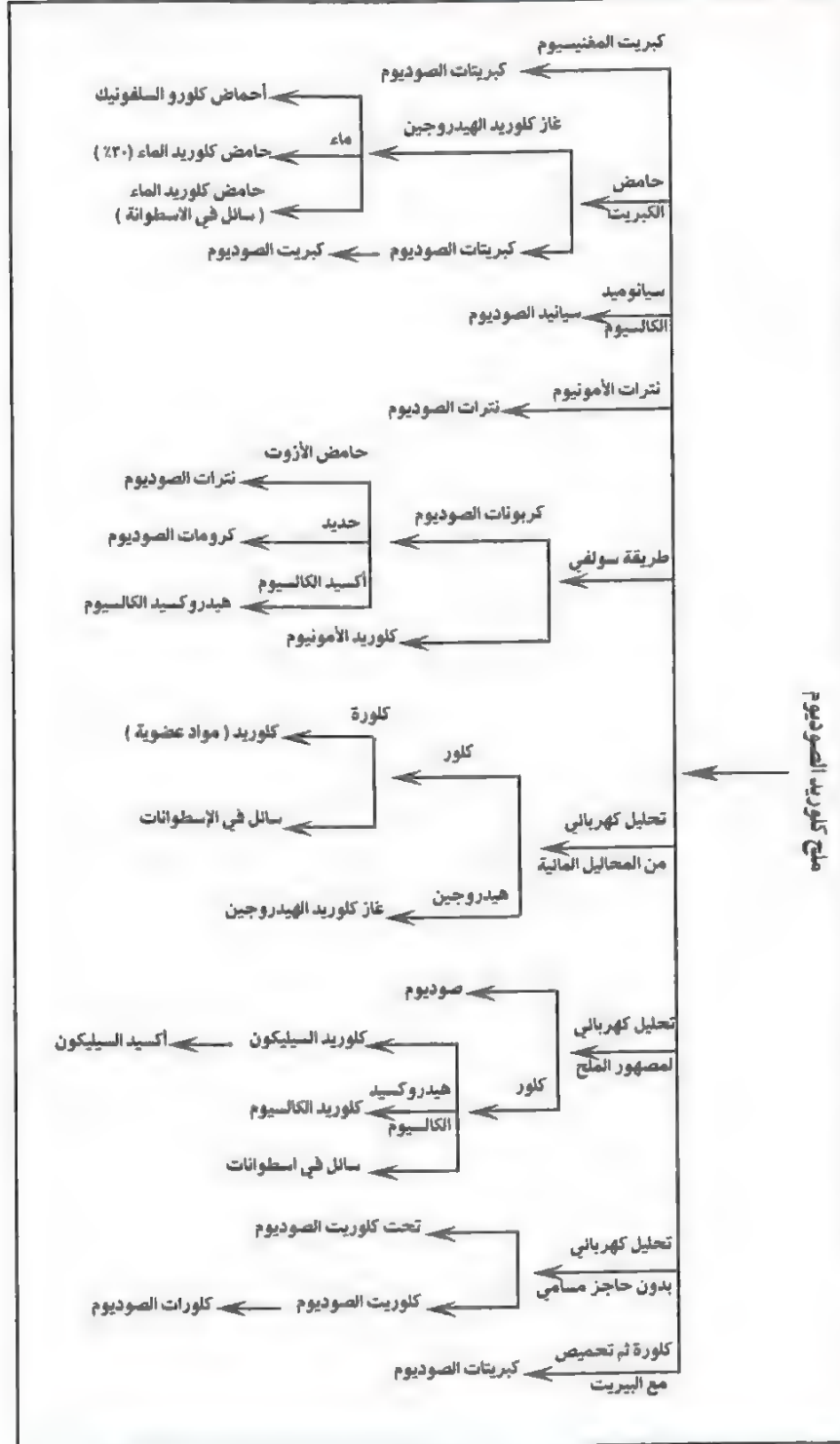
## مركبات الصوديوم

وثنائي كرومات الصوديوم ، وصناعة ألياف الفيزكوز ( Viscose Fibers ) ، وصناعة الرايون .

\* طريقة مانهيم ( Mannheim Process ) : حيث يتم إنتاج كبريتات الصوديوم مباشرة بتفاعل كلوريد الصوديوم مع حامض



● شكل (٢) إنتاج كلوريد الصوديوم بنظام الحوض ذو الضغط المنخفض.



● شكل (٣) أهم المركبات الكيميائية الناتجة من ملح كلوريد الصوديوم.

الطبيعية التي لا تحتوي على نسبة عالية من الملح ( ٢٤٪ - ٢٧٪ ) . وتتم هذه الطريقة على خطوتين هما :

- تركيز المحاليل الملحية الطبيعية برشها على أبراج ساخنة حيث يتبخر جزء من الماء ، وتزيد نسبة تركيز ملح الطعام .
- فصل الشوائب من المحلول الملحي المركز ، ثم غليه فيتبخر الماء ، و يترسب الملح الذي يتم تجفيفه ( ٩٥٪ ) ، ثم تعبأته للاستعمال .

### ● الإستخدامات

بالإضافة إلى استخدام ملح كلوريد الصوديوم في الطعام ، فإنه يعد مادة أساس لإنتاج العديد من المركبات الكيميائية ، - بطريقة مباشرة أو غير مباشرة - المستخدمة في كثير من الصناعات غير العضوية والعنصرية ، وذلك عن طريق عدة تفاعلات منها الكلورة أو الاندماج ، والتحليل الكهربائي ... وغيرها ، شكل (٢).

### كبريتات الصوديوم

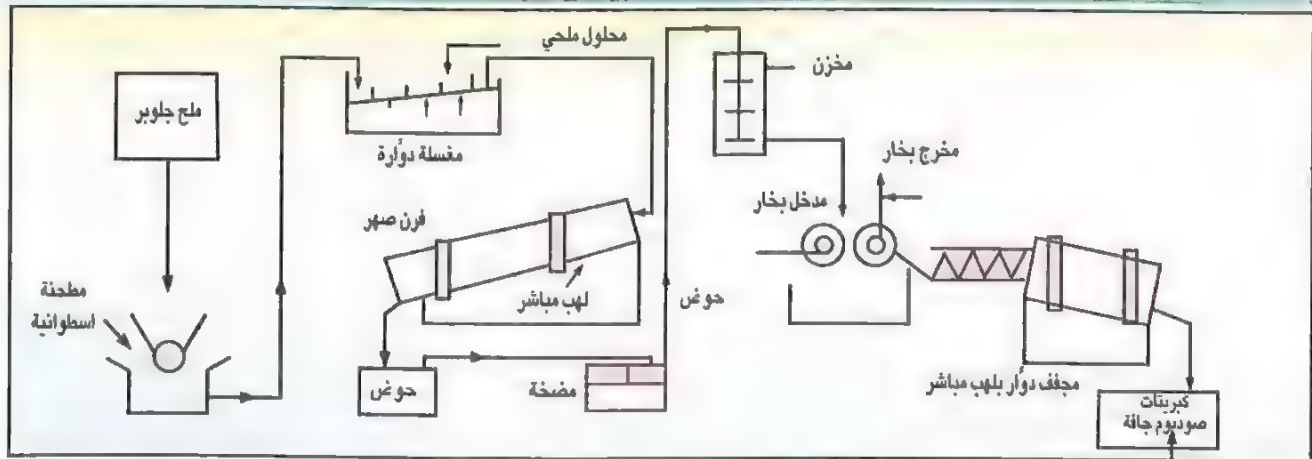
كبريتات الصوديوم عبارة عن مسحوق بلوري عديم اللون قابل للانحلال في الماء ، وتوجد الكبريتات إما في صورة لا مائية (  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ) أو مائية وتسمى حينئذ بملح جلوبر (  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  ) .

### ● طرق التحضير

يتم الحصول على كبريتات الصوديوم بعدة طرق من أهمها مايلي :

\* من ملح جلوبر (  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  ) : وتتخلص هذه الطريقة ، شكل (٤) ، في طحن الملح وإذابته في الماء ، ثم تجفيفه في أفران دوارة مبطنة بالأجر (القرميد) لنزع الماء ، ثم إمرار الملح المتشكل بين إسطوانتي تجفيف حيث يخرج بعدها المنتج جافاً تماماً للتبريد والتعبئة والتخزين .

\* كمنتج ثانوي من عمليات كيميائية وتعدينية : مثل عمليات إنتاج كلوريد الصوديوم ، وكربونات الصوديوم ، والبوراكس ، وأملاح البوتاسيوم والليثيوم ،



شكل (٤) مراحل إنتاج كبريتات الصوديوم من ملح جلوير.

يتم تركيز المحلول المائي الناتج من هذا التفاعل ثم بلورته للحصول على ثيوكبريتات الصوديوم .

٢ - إمرار ثاني أكسيد الكبريت على محلول كبريتيت وكربونات الصوديوم - بتركيز أقل من ١٠٪ لكل منهما - وفقاً للمعادلة التالية :

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{Na}_2\text{S} + 4\text{SO}_2 \longrightarrow 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2$$

تجري للناتج عمليات تبخير وبلورة للحصول على ثيوكبريتات الصوديوم .

## نترات الصوديوم

تصنع نترات الصوديوم ( $\text{NaNO}_3$ ) بطريقتين أساسيتين هما :

١ - تفاعل حامض النيتروجين مع كلوريد الصوديوم أو كربونات الصوديوم .

٢ - كنتاج ثانوي من عمليات تصنيع غاز الكلور حسب المعادلة التالية :

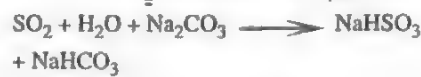


تعد نترات الصوديوم ( نترات شيلي ) المصدر الأساس للنيتروجين المستخدم كسماد في العالم - على الرغم من تطور صناعة الأمونيا - حيث أنها تنتشر في مساحات واسعة وبكميات كبيرة . كما تستخدم نترات الصوديوم في صناعات أخرى أهمها صناعة الديناميت .

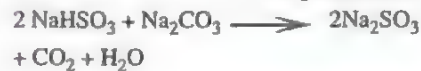
## كربونات الصوديوم

استخدم المصريون القدماء كربونات الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) - الصودا - الطبيعية

١ - إمرار غاز ثاني أكسيد الكبريت في محلول كربونات الصوديوم فينتج عن ذلك محلول من كبريتيت الصوديوم الحامضية وبيكربونات الصوديوم ، وفقاً للتفاعل التالي :



٢ - إضافة زيادة من محلول كربونات الصوديوم إلى كبريتيت الصوديوم الحامضية ( $\text{NaHSO}_3$ ) الناتجة مع التسخين حتى الغليان ، ثم تركيز المحلول وبلورته للحصول على كبريتيت الصوديوم كما في المعادلة التالية :



## الاستخدامات

يعد كبريتيت الصوديوم مركباً سهل التأكسد ، لذلك يمكن استخدامه كعامل اختزال ضعيف في عدة عمليات صناعية منها صناعة الورق - تستهلك ٥٠٪ من الكمية المنتجة عالمياً - وتثبيت تبييض الخيوط والنسيج بعد معاملتها بالكلور ، كما تستخدم كبريتيت الصوديوم كمادة حافظة للأطعمة ، وفي صناعة السكر ، وفي عمليات التصوير ، وكمطهر ، وكمضاد للتخمر .

## ثيوكبريتات الصوديوم

تستخدم ثيوكبريتات الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) في تبييض الصوف والزيت ، ويمكن تصنيعها بعدة طرق منها :

١ - تفاعل كبريتيت الصوديوم والكبريت الحر في محلول مائي حسب المعادلة التالية :

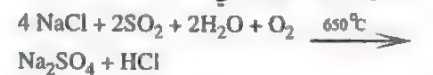


الكبريت عند درجات حرارة عالية تتراوح بين ٥٠٠ م° إلى ٦٠٠ م° ، وفقاً للتفاعل التالي :

$$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$

يُمتص غاز كلوريد الهيدروجين الناتج في الماء مكوناً حامض كلوريد الماء ، ثم يركز محلول كبريتات الصوديوم للحصول على بلورات من كبريتات الصوديوم .

\* طريقة هارجريجز ( Hargreaves Process ) : وتستخدم بصفة أساس في أوربا للحصول على كبريتات صوديوم عالية النقاوة ، وتتم بتفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت ، والهواء (الأكسجين) ، وكلوريد الصوديوم ، وبخار الماء وفقاً للتفاعل التالي :



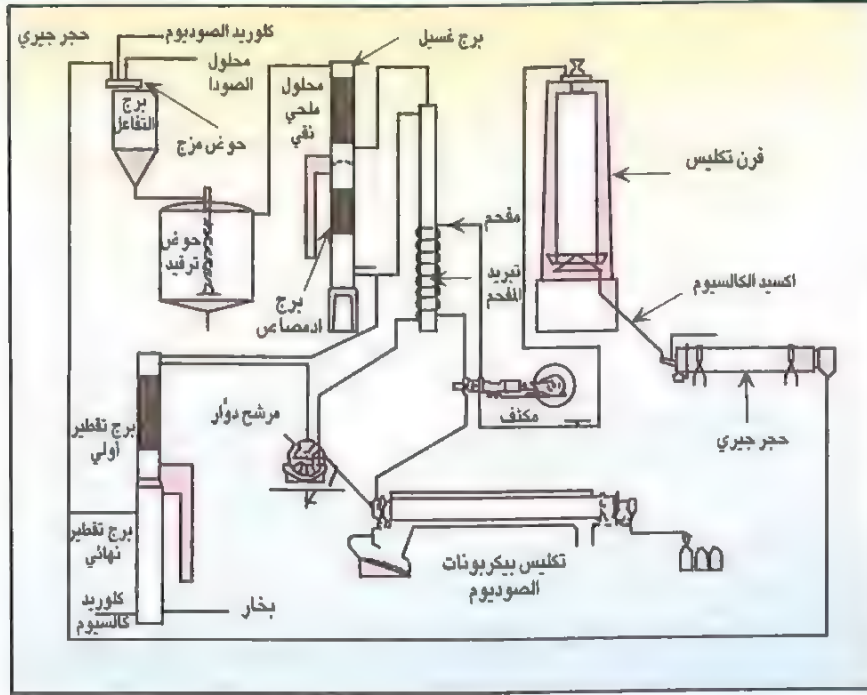
## الاستخدامات

يستخدم حوالي ٥٠٪ من الإنتاج العالمي لكبريتات الصوديوم - بعد تحويلها إلى كبريتيت أو هيدروكسيد الصوديوم - في صناعة الورق حيث تقوم الكبريتات بهضم عجينة الخشب وإذابة مادة الليجنين ( مادة كيميائية موجودة في الأخشاب ) ، كما يستخدم حوالي ٢٨٪ من الكبريتات في صناعة المنظفات الصناعية ، والباقي منها يدخل في صناعات أخرى مثل صناعة الزجاج ، والأصبغ والنسيج ، وفي الصناعات الطبية والكيميائية .

## كبريتيت الصوديوم

يتم تصنيع كبريتيت الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) وإنتاجها تجارياً على مرحلتين هما :





شكل (٥) مخطط صناعة كربونات الصوديوم بطريقة سولفي.

### فوق أكسيد الصوديوم

فوق أكسيد الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) عبارة عن مسحوق لونه أصفر شاحب، يتراوح قطر حبيباته بين ٠,٥ إلى ١ مم، ويمتص الرطوبة من الهواء ويصبح شكله كالتلج لارتباطه بثمانية جزيئات من الماء ( $\text{Na}_2\text{O}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ).

#### طرق التحضير

تعتمد الطرق الصناعية المستخدمة في تحضير فوق أكسيد الصوديوم على حرق معدن الصوديوم في الهواء الجاف في وجود كميات زائدة من الأكسجين حيث يتم التفاعل على مرحلتين وفقاً للتفاعلين التاليين:



ومن أمثلة طرق تصنيع فوق أكسيد الصوديوم، طريقة شركة روسلر وهسلر الكيميائية (Rossler & Hasslacher Chemical Co)، وتعتمد على إجراء تفاعل الصوديوم والأكسجين في فرن دوار، شكل (٧)، عند درجة حرارة تتراوح بين ٢٥٠ إلى ٢٠٠ م.

تتألف وحدة التحضير من تسعة أفران يدخلها الصوديوم من أعلى، والأكسجين من فتحة جانبية، ويخرج فوق أكسيد الصوديوم من أسفل بتركيز يتراوح بين ٩٧٪ إلى ٩٨٪،

والبيروكسيدات، وفي صناعة المنظفات والأصباغ غير العضوية، وصناعة الورق والجلود والأغذية .. وغيرها.

### بيكربونات الصوديوم

يستخدم معظم الإنتاج العالمي من بيكربونات الصوديوم ( $\text{NaHCO}_3$ ) في صناعة الأغذية ويستخدم الباقي منها في صناعات أخرى أهمها صناعة الأعلاف، والمطاط، والأدوية، والنسيج، والجلود، والورق.

يتم تحضير بيكربونات الصوديوم في برج تفاعل على عدة خطوات هي:

١ - يحضر محلول مركز من كربونات الصوديوم يتم صبه من أعلى برج التفاعل ليقابل غاز ثاني أكسيد الكربون المضغوط من أسفل البرج، فتتكون بيكربونات الصوديوم وفقاً للتفاعل التالي:



٢ - يمرر معلق بيكربونات الصوديوم المتشكل من أسفل البرج إلى مرشحات، ثم إلى حوض غسيل حيث يتم فصله بطريقة الطرد المركزي.

٣ - تجفف بيكربونات الصوديوم الناتجة عند درجة حرارة ٧٠ م، حيث تصل نقاوتها في هذه الحالة إلى ٩٩,٩٪.

المستخرجة من وادي النطرون في صناعة الزجاج، كما استخدمت الصودا للحصول على الصابون عند مزجها مع الزيوت.

#### طريقة التحضير

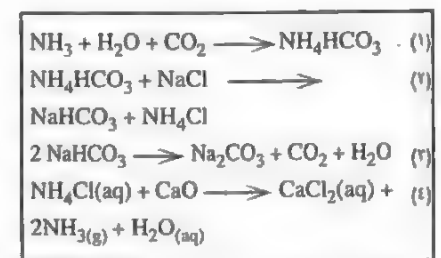
يتم إنتاج كربونات الصوديوم بعدة طرق صناعية، أهمها وأكثرها انتشاراً طريقة سولفي، ويستخدم فيها عدة مواد هي ملح كلوريد الصوديوم، والحجر الجيري، والفحم الحجري أو الغاز الطبيعي، والأمونيا. تتم طريقة سولفي، شكل (٥)، على عدة خطوات هي:

١ - تفاعل الأمونيا مع ثاني أكسيد الكربون - ناتج من حرق الحجر الجيري في وجود الفحم والماء، معادلة التفاعل (١)، شكل (٦).

٢ - تفاعل بيكربونات الأمونيا الناتجة مع ملح كلوريد الصوديوم، معادلة التفاعل (٢)، فتترسب بيكربونات الصوديوم، التي يتم فصلها باستمرار، وذلك بإمرار المحلول خلال مرشحات (Filters)، مع رشها بماء غير عسر (لاحتوي على كبريتات الكالسيوم والمغنسيوم).

٣ - تحلل (تكليس) بيكربونات الصوديوم بالحرارة إلى كربونات صوديوم، وثاني أكسيد الكربون، والماء، معادلة التفاعل (٣). ويلاحظ أن هذا التفاعل عكوس عند درجة حرارة ١٠٠ م، لذلك لا بد من فصل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء لاستمرار التفاعل باتجاه إنتاج الكربونات فقط، ويتم ذلك برفع درجة حرارة التفاعل إلى ١٨٠ م.

٤ - تفاعل كلوريد الأمونيا المتشكل مع الجير (أكسيد الكالسيوم) لتحويله مرة أخرى إلى أمونيا، معادلة التفاعل (٤).



شكل (٦) معادلات تفاعل طريقة سولفي.

#### الإستخدامات

تدخل كربونات الصوديوم (الصودا) في صناعات عديدة، حيث يستخدم ٥٠٪ من إنتاجها العالمي في صناعة الزجاج، و ٢٢٪ في تحضير مركب فوسفات الصوديوم، و ٢٧٪ لتحضير مركبات صوديوم مختلفة مثل السيليكاك والنترات

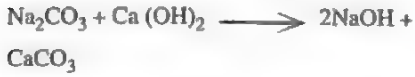
- اتجاه أيون الكلور إلى المصعد ، ويفقد إلكترونات ليتعادل ، وينطلق غاز الكلور كمايلي :



- اتحاد أيون الصوديوم مع أيون الهيدروكسيل مشكلاً هيدروكسيد الصوديوم ثم يُبخر المحلول الناتج للحصول على هيدروكسيد الصوديوم في الحالة الصلبة طبقاً للتفاعل التالي :



\* الترسيب : ويتم بمعالجة محلول ساخن من كربونات الصوديوم (٢٠٪) بأكسيد أو هيدروكسيد الكالسيوم حسب التفاعل التالي :



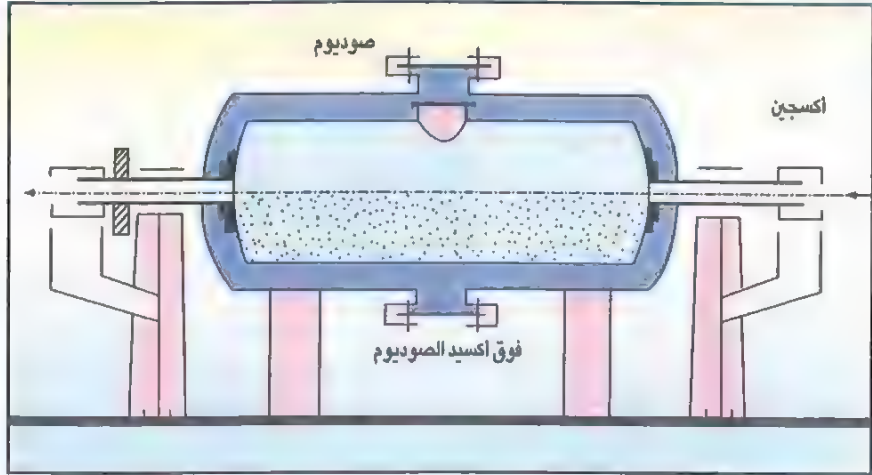
تترسب كربونات الكالسيوم بعد حوالي ساعة من حدوث التفاعل بمرود يصل إلى حوالي ٧٠٪ ، ثم تفصل الكربونات بالترشيح ، ويُبخر المحلول المتبقى للحصول على هيدروكسيد الصوديوم .

#### ● الاستخدامات

يعد هيدروكسيد الصوديوم من المواد الكيميائية الهامة بسبب استخداماته العديدة التي تتمثل في تحضير الكثير من المركبات الكيميائية العضوية وغير العضوية ، وفي صناعة المنظفات والصابون والورق والأدوية والأصبغ والمطاط والنسيج بالإضافة لاستخداماته في الصناعات الغذائية والتقطية .

#### مركبات الصوديوم بالملكة

يوجد في المملكة العربية السعودية بعض المصانع التي تقوم بإنتاج أنواع مختلفة من مركبات الصوديوم ، منها مصانع تحضير الصودا الكاوية في الجبيل ( الشركة السعودية للبتر وكيميائيات ) ، ومصنع لإنتاج هيبوكلوريد الصوديوم ، ومصانع لإنتاج وتكرير الملح في جده ، ومصنع صهر الرصاص - بمدينة الرياض - لإنتاج كبريتات الصوديوم كناتج ثانوي .



● شكل (٧) تحضير فوق أكسيد الصوديوم في الفرن الدوار.

الامتصاص للرطوبة والماء ، كثافتها ٢,١٢ جم/سم<sup>٣</sup> ، وتنصهر عند درجة ٣١٢,٨ م<sup>°</sup> ، وتغلي عند درجة ١٣٩٠ م<sup>°</sup> . يتحلل هيدروكسيد الصوديوم في الكحول والماء بسهولة مطلقاً حرارة ، ويتم حفظه في أوعية من البلاستيك حتى لا يمتص الرطوبة أو غاز ثاني أكسيد الكربون ويتحول إلى كربونات الصوديوم .

#### ● طرق التحضير

يمكن تحضير هيدروكسيد الصوديوم صناعياً بعدة طرق أهمها :

\* التحليل الكهربائي : وذلك لمحلول كلوريد الصوديوم باستخدام الحارز المسامي الذي يفصل بين القطبين الموجب والسالب ، ويسمح للمحلول الملحي بالمرور فقط من القطب الموجب إلى القطب السالب ، مع عدم حدوث تفاعلات جانبية .

تتم طريقة التحليل الكهربائي لتحضير هيدروكسيد الصوديوم من خلال عدة خطوات هي :

- تأين محلول كلوريد الصوديوم والماء عند درجة حرارة ٦٠ م<sup>°</sup> - ٧٠ م<sup>°</sup> وذلك كما يلي :



- اتجاه أيون الهيدروجين إلى المهبط ويكتسب إلكترونات ليتعادل ، وينطلق غاز الهيدروجين وفقاً للتالي :



بالإضافة إلى أكسيد الحديد بنسبة ٠,٠٠١٪ .

#### ● الاستخدامات

يستخدم فوق أكسيد الصوديوم كعامل مؤكسد ، كما أنه يستخدم في العديد من الصناعات الكيميائية وفي تبييض الصوف والحرير والقطن والنسيج الصناعي وذلك بسبب احتواء فوق الأكسيد على ٢٠٪ وزناً من الأكسجين الفعّال .

#### هيبوكلوريت الصوديوم

يتم تصنيع هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) بطريقتين أساسيتين هما :

١ - معالجة محلول هيدروكسيد الصوديوم بغاز الكلور حسب التفاعل التالي :



٢ - التحليل الكهربائي لمحلول ملح الطعام .

#### ● الاستخدامات

يستخدم هيبوكلوريت الصوديوم كمادة مطهرة ومبيدة للجراثيم ، ومزيل للروائح الكريهة في مصانع الزبدة والجبن ، بالإضافة إلى استخدامه في تبييض الأنسجة المصنوعة من القطن والقنب والحرير الصناعي .

#### هيدروكسيد الصوديوم

هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) عبارة عن مادة صلبة بيضاء اللون ، سريعة





## المركبات الكلورية

وسريعة الذوبان في الماء - باستثناء البعض مثل كلوريد الفضة - وإن ذوبانها يزيد في الماء الحار . ويوضح جدول (١) بعض الصفات الفيزيائية لأهم الكلوريدات إضافة إلى مجالات استخداماتها الصناعية .

إضافة إلى كلوريد الصوديوم - ملح الطعام - وكلوريد البوتاسيوم الذي تم

خواصها الفيزيائية والكيميائية - وبالتالي استخداماتها - تختلف حسب نوع المركبات الناتجة ، ويمكن تفصيل ذلك فيما يلي:

### الكلوريدات

تتميز الكلوريدات - بصفة عامة - بأنها تنصهر وتغلي عند درجات حرارة عالية ،

رئبت العناصر (Elements) بنظام معين داخل الجدول الدوري ، وجمعت العناصر المتشابهة الخواص في مجموعات ، ويرجع ذلك لتشابه تركيبها الإلكتروني ، وهذا بدوره يحدد الخواص الكيميائية لهذه العناصر وتسمى المجموعة التي يتكون منها الفلور والكلور والبروم واليود بالهالوجينات (Halogens) ، وهي تتفاعل مع الفلزات وتكون أملاحا في درجة الحرارة العادية تسمى هاليدات (Halides) ، مثل الفلوريدات ، والكلوريدات ، واليوديدات ، وهذه الهالوجينات أحادية التكافؤ في مركباتها ، وهي عناصر نشطة جدا وتوصف بأنها لا تفرز نموذجا

تعد المركبات الكلورية من أهم الهاليدات صناعياً ، حيث ترتبط بها كثير من الصناعات مثل الصناعات المعتمدة على عنصر الكلور فقط - الكلوريدات - أو الكلور والكلوريت ، أو الكلور والأكسجين. وبصفة عامة تتميز المركبات الكلورية بأن أغلبها سريع الذوبان في الماء وأنها بيضاء اللون ، ونظراً لتنوعها فإن

المركب	الكثافة (جم/سم <sup>٣</sup> )	الخواص الفيزيائية				
		الذوبان في الماء (جم/١٠٠ مل)		درجة الانصهار (°م)	درجة الغليان (°م)	
		بارد	حار (١٠٠°م)			
كلوريد الصوديوم (NaCl)	٢,١٦٥	٨٠١	١٤١٣	٣٥,٧ (٩°م)*	٣٩,١٢	العديد من الصناعات غير العضوية ، الصناعات الغذائية ، الحصول على الصوديوم .
كلوريد البوتاسيوم (KCl)	١,٩٨٤	٧٧٠	١٥٠٠	٢٤,٧ (٢٠°م)	٥٦,٧	إنتاج مركبات البوتاسيوم ، مستحضرات صيدلانية ، أسمدة .
كلوريد الكالسيوم (CaCl <sub>2</sub> )	٢,١٥	٧٨٢	١٦٠٠	٧٤,٥ (٢٥°م)	١٥٩	مادة مجففة ، إذابة الثلوج ، رصف الطرق ، عمليات التصليب ، عمليات حفر آبار النفط .
كلوريد الألمنيوم (AlCl <sub>3</sub> )	٢,٤٤	١٩٠##	١٨٢,٧	٦٩,٩ (١٥°م)		محفز في الصناعات البتروكيميائية مثل عمليات الألكلة ، صناعة الأصباغ والمنظفات والتسجيع ، مواد التجميل والصيدليات .
كلوريد الفضة (AgCl)	٥,٥٦	٤٥٥	١٥٥٠	٨,٩ × ١٠ <sup>-٥</sup> (١٠°م)	٣-١٠ × ٢,١	أشرطة التصوير
كلوريد الزئبق (HgCl <sub>2</sub> )	٥,٤٤	٢٧٦	٣٠٢	٦,٩ (٢٠°م)	٤٨	العقاقير الطبية ، الصناعات غير العضوية .
كلوريد الحديدك (FeCl <sub>3</sub> )	٣,١٦	٦٧٢	تنصهر	٦٤,٤ (١٠°م)	١٠٥,٧	مادة محفزة في الصناعات البتروكيميائية ، العديد من الصناعات غير العضوية .
كلوريد الأمونيوم (NH <sub>4</sub> Cl)	١,٥٣	٣٤٠	٥٢٠	٢٩,٧ (صفر مئوي)	٧٥,٨	بعض الصناعات الغذائية .

● جدول (١) الخواص الفيزيائية وأهم الاستخدامات الصناعية لبعض الكلوريدات

\* درجة الحرارة الخاصة بالإنذابة الموضحة \*\* عند ٢,٥ ضغط جوي.

أهم الاستخدامات الصناعية	الخواص الفيزيائية				المركب	
	الذوبان في الماء		درجة الغليان	درجة الانصهار		الكثافة (جم/سم <sup>3</sup> )
	بارد	حار (١٠٠م)	(م)	(م)		
مادة مطهرة في حمامات السباحة ، مادة مبيضة.	يذوب	-	-	١٠٠ ينصهر	٢,٣٥	هيبوكلورات الكالسيوم Ca(OCl) <sub>2</sub>
مادة مؤكسدة لبعض الالياف السيليلوزية ، والورق ، ومطهر للماء ، مصدر للكلور .	٣٩ (١٧م)	٥٥	-	٢٠٠-١٨٠ (ينصهر)	-	كلورايت الصوديوم (NaClO <sub>2</sub> )
تبييض لب الخشب ، أكسدة اليورانيوم ، مبيدات الاعشاب ، صناعة الثقاب ، وقود الصواريخ .	٧٩ (صفرم)	٢٣٠	ينصهر	٢٦١-٢٤٨	٢,٤٩	كلورات الصوديوم (NaClO <sub>3</sub> )
المتفجرات ، الألعاب النارية .	٧,١ (٢٥م)	٥٧	٤٠٠ ينصهر	٣٥٦	٢,٣٢	كلورات البوتاسيوم (KClO <sub>3</sub> )
الالعب النارية ، الصواريخ .	يذوب بشدة	يذوب	ينصهر	٤٨٢	-	بيركلورات الصوديوم (NaClO <sub>4</sub> )
الالعب النارية ، الصواريخ .	٠,٧٥ (صفرم)	٢١,٨	٤٠٠ ينصهر	٦٠٠	٢,٥٢	بيركلورات البوتاسيوم (KClO <sub>4</sub> )
الالعب النارية ، الصواريخ .	١٠,٧٤ (صفرم)	٤٢,٤٥	-	ينصهر	١,٩٥	بيركلورات الأمونيوم (NH <sub>4</sub> ClO <sub>4</sub> )
مادة مؤكسدة لمواد القصدير .	يذوب إلى ما لا نهاية	(عند ٨٥م) -	٣٩	١١٢-	١,٧٦٤	حامض البيركلوريك (HClO <sub>4</sub> )
تبييض لب الخشب ، تعقيم مياه الشرب .	٢٠٠٠ (٤م)	يتفكك	٩,٩	٥٩,٥-	٢,٠٩	ثاني أكسيد الكلور (ClO <sub>2</sub> )

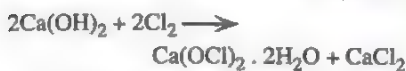
● جدول (٢) الخواص الفيزيائية وأهم الاستخدامات الصناعية لبعض المركبات الكلورية - أكسجينية

درجة ذوبان عالية في الماء البارد ، وفضلاً عن ذلك فهي مواد مؤكسدة فعالة مما يكسبها أهمية في عمليات تطهير المياه وكمواد تبييض ، جدول (٢) .

بالإضافة إلى هيبوكلورات الصوديوم التي تم التطرق إليها في مقال سابق فإن أهم المركبات الكلورية - أكسجينية مائلي :

### ● هيبوكلورات الكالسيوم

يمكن الحصول على هيبوكلورات الكالسيوم [Ca(OCl)<sub>2</sub>] بعدة طرق أهمها عملية كلورة هيدروكسيد الكالسيوم - تستخدم عند استخدام الهيبوكلورات كمبيض في عمليات الغسيل - التي تتم بتعليق محلول هيدروكسيد الكالسيوم ، ثم إمرار الكلور عليه ليتكون ملح كلوريد الكالسيوم الذائب مع ترسب الهيبوكلورات وذلك طبقاً للمعادلة التالية :

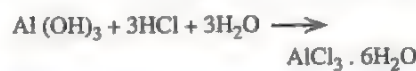


كما يمكن تحضير هيبوكلورات الكالسيوم بواسطة تفاعل ملح الطعام مع هيدروكسيد الكالسيوم ، أو بتبريد الملح

### ● كلوريد الألمنيوم

يعد كلوريد الألمنيوم من الكلوريدات الهامة لما له من أهمية صناعية في كثير من الصناعات البتروكيميائية والصيدلانية خاصة في حالة وجوده على شكل جاف (لا مائي)

يُصنع كلوريد الألمنيوم اللامائي بعملية كلورة فلز الألمنيوم في وعاء مبطن بالخزف (السيراميك) عند درجة حرارة ٦٠٠ - ٧٥٠ م . أما كلوريد الألمنيوم المائي (AlCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O) فيمكن الحصول عليه عند تفاعل هيدروكسيد الألمنيوم Al(OH)<sub>3</sub> مع حامض كلوريد الهيدروجين ، أو غاز كلوريد الهيدروجين ، وذلك وفقاً للمعادلة التالية :



تتميز المركبات الكلورية - أكسجينية بأن أغلبها ينصهر عن درجات حرارة أقل من درجة انصهار الكلوريدات ، كما أن لها

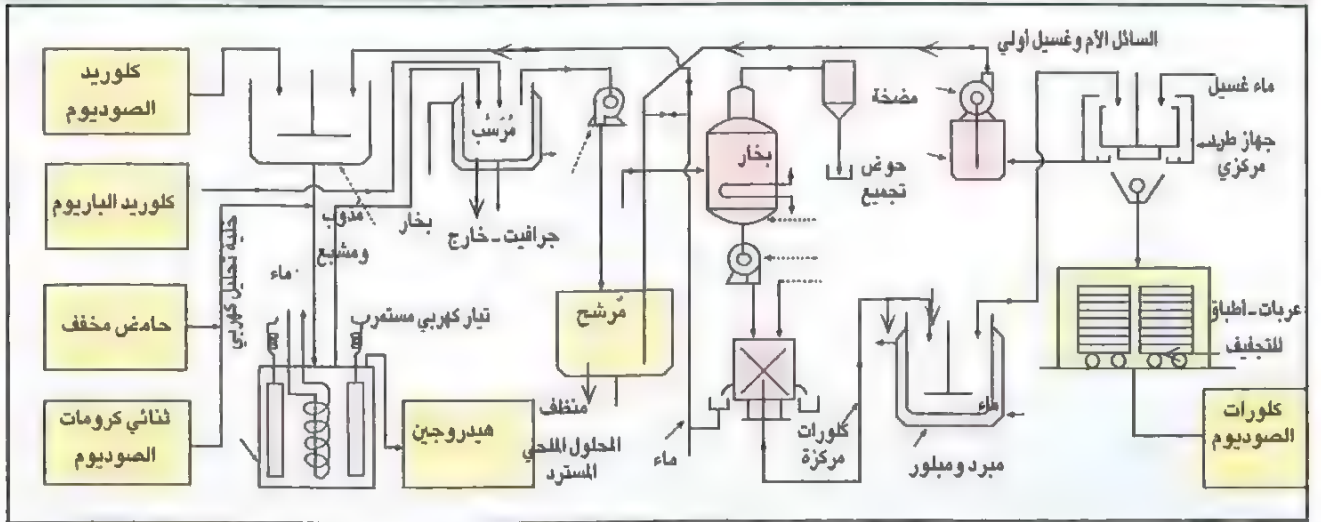
التطرق إليهما في مقالين منفصلين فإن أهم الكلوريدات تتمثل فيما يلي :

### ● كلوريد الكالسيوم

تحتوي معظم جزيئات كلوريد الكالسيوم (CaCl<sub>2</sub>) على جزيئين من الماء (CaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O) ، ويمكن الحصول عليه كناتج ثانوي من العمليات الكيميائية مثل عمليات سولفي (Solvay) ، حيث تتكون كربونات الصوديوم وكربونات الكالسيوم بمساعدة الأمونيا ، وكذلك من عمليات تصنيع أكسيد البروبلين خلال عمليات تكون الكلوروهيدرين .

يتم تصنيع كلوريد الكالسيوم بتركيز المحلول الملحي الناتج عن عمليات سولفي تحت الضغط المنخفض ، ومن ثم تبخيره تحت الضغط الجوي العادي لفصل الماء عن الملح المميّه (CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O) ، حيث يمكن الحصول على الملح الجاف (CaCl<sub>2</sub>) عن طريق التبخر في أبراج تجفيف مبيع (Fluidized Bed Drier) .





● شكل (١) مخطط تصنيع كلورات الصوديوم.

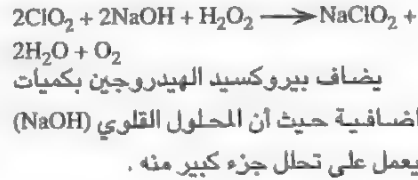
بواسطة عملية التحليل الكهربائي (Electrolysis) لحلول ملحي مشبع - مكون من كلوريد الصوديوم وكلوريد الباريوم - وحامض كلوريد الهيدروجين المخفف في وجود كرومات الصوديوم (٢ جم/لتر) ، وذلك لتقليل مفعول التآكل الناتج عن وجود حامض الهيبوكسور الموجود في المحلول . ويوضح الشكل (١) جميع مراحل تحضير كلورات الصوديوم .

يتكون المحلول الملحي من الماء (Soft Water) أو المحلول المركز من عمليات تبخير وتنقية الملح الصخري للصوديوم والمغنيسيوم . ويتم ملء الخلية الكهربائية الفولاذية المستطيلة الصنع إما بالمحلول المحلي أو بالمحلول الملحي المستورد والمحتوي على الكلورات المذابة في المحلول المركز بعد عمليات التبخير .

تصنع أقطاب الخلايا الصغيرة من الجرافيت والفولاذ ، أما في حالة الخلايا الكبيرة فلإنها تصنع من الجرافيت . من جانب الخرطرا تحسين في التصاميم الجديدة بحيث يكون قطب المصعد (الأنود) ثابت الأبعاد ومغطى بطبقة من التيتانيوم (DSA) أو من التيتانيوم والنيوبيوم (Niobium) وبفضل التحسين في صفات المصعد فقد أمكن الحصول على كفاءة أعلى للخلية .

الوحيدة من الكلوريت التي يتم تصنيعها للاستفادة منها حيث أن ٨٠٪ من الملح المحضر تجارياً يحتوي على ١٢٥٪ من الكلور الحر (Cl<sub>2</sub>) .

يتم الحصول على الكلوريت بتفاعل ثاني أكسيد الكلور (ClO<sub>2</sub>) مع هيدروكسيد الصوديوم في وجود بيروكسيد الهيدروجين كعامل مؤكسد كما هو موضح من المعادلة التالية :



تعد مادة كلوريت الصوديوم مادة مؤكسدة قوية ، ونظراً لسهولة تطلها فإنه يتم تسويقها بشكل أحادي الماء أو خليط مع كلوريد الصوديوم أو نيترات الصوديوم .

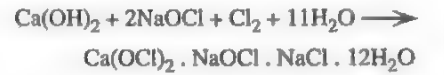
### ● كلورات الصوديوم والبوتاسيوم

تعد كلورات الصوديوم (NaClO<sub>3</sub>) والبوتاسيوم (KClO<sub>3</sub>) من المركبات المهمة صناعياً ، ويتم تحضير كلورات البوتاسيوم من كلورات الصوديوم وذلك حسب المعادلة التالية :



ويتم تصنيع كلورات الصوديوم

المكون من [Ca(OCl)<sub>2</sub> . NaOCl . NaCl . 12H<sub>2</sub>O] والمخضر بكلورة خليط من هيدروكسيد الصوديوم والكالسيوم وذلك كما يلي :



حيث يتفاعل الخليط المذكور وذلك وفقاً لمعادلة التفاعل النهائية التالية :

$$[\text{Ca(OCl)}_2 \cdot \text{NaOCl} \cdot \text{NaCl} \cdot 12\text{H}_2\text{O}] + \text{Ca(OCl)Cl} \longrightarrow 2\text{Ca(OCl)}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl} + 10\text{H}_2\text{O}$$

ويتم فصل الملح الناتج [Ca(OCl)<sub>2</sub> . 2H<sub>2</sub>O] بواسطة الترشيح ، ومن ثم تجفيفه إلى ملح لامائي [Ca(OCl)<sub>2</sub>] لتصل نسبته إلى حوالي ٧٠٪ .

ويتميز الملح الناتج [Ca(OCl)<sub>2</sub>] بأنه لا يتفكك وثابت عند تركه مدة طويلة قبل استخدامه كمسحوق للغسيل ، كما أنه يعد أقوى بمرتين من أي نوع من أنواع مساحيق الغسيل الأخرى ، وعند تحلله يكون أيوني الكالسيوم والهيبوكلورات الفعّال في عمليات الأكسدة وتبيض الملابس وذلك وفقاً لما يلي :

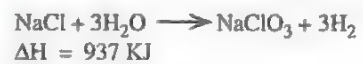


### ● كلوريت الصوديوم

تعد كلوريت الصوديوم [NaClO<sub>2</sub>]

تحفظ الخلطة عند درجة حرارة ٤٠ °م وذلك بواسطة الماء المبرد (أما في حالة الخلايا الأخرى (DSA) فإنه يلزم حفظها عند درجة حرارة أعلى من ٤٠ °م).

ينشأ عن عملية التحلل الكهربائي تكوين هيدروكسيد الصوديوم عند المهبط (الكاثود) والكلور عند المصعد (الأنود)، ونظراً لعدم وجود حاجز داخل الخلطة يحصل الاختلاط وتتكون هيبوكلورات الصوديوم والتي بدورها تتأكسد مكونة الكلورات، ويمكن توضيح التفاعل في المعادلة التالية:



يتم ضخ المحلول الناتج من العمليات السابقة إلى حوض ويسخن ببخار عند درجة حرارة ٩٠ °م. وذلك لتفكيك الهيبوكلورايت إن وجدت، ومن ثم يتم تحليل المحلول الناتج لتعيين محتواه من الكرومات التي سبق اضافتها في بداية التفاعل، ويتم على ضوء ذلك إضافة الكمية المناسبة من كلوريد الباريوم لترسيب معظم الكرومات الموجودة. يتم ترسيب سبحة الجرافيت الناتجة من سبحة الأقطاب وكذلك كرومات الباريوم في قاع الحوض، ويؤخذ المحلول الراشح خلال مرشح إلى خزان التبخير، وتتم معادلته

بواسطة كربونات الصوديوم (Soda Ash)، ويتم تبخيره في مبخر مزدوج إلى أن يتم الحصول تقريباً على ٧٥٠ جم/لتر من كلورات الصوديوم.

بعد ذلك يترك المحلول ليترسب (Settle) وذلك لإزالة كلوريد الصوديوم المترسب. ويمكن تكرار العمليات السابقة للحصول على المزيد من الكلورات وكلوريد الصوديوم. ثم يرشح المحلول النهائي، ومع التبريد تبدأ بلورات كلورات الصوديوم في التكون، يمكن فصلها باستخدام جهاز الطرد المركزي ثم تجفف.

### ● البيركلورات

تعد بيروكلورات الصوديوم ( $\text{NaClO}_4$ ) والبوتاسيوم ( $\text{KClO}_4$ ) والأمونيوم ( $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ ) من المواد المهمة صناعياً. وتصنع بيروكلورات البوتاسيوم بتحويل كلورات الصوديوم إلى بيروكلورات الصوديوم بواسطة التحلل الكهربائي في خلية مصنوعة من الفولاذ يكون قطب المصعد فيها من البلاتين وتعمل بقوة ٥,٥ - ٦,٥ فولت، و ٢٥٠٠ أمبير، وعند درجة حرارة ٦٥ °م، وذلك وفقاً للمعادلة التالية:



يضاف راشح محلول كلوريد

البوتاسيوم إلى بيروكلورات الصوديوم ليتم ترسب بلورات بيروكلورات البوتاسيوم، والتي يمكن الحصول عليها باستخدام جهاز الطرد المركزي، ويتم غسلها وتجفيفها.

يمكن استخدام المحلول الأم - يحتوي على كلوريد الصوديوم - كمغذي لخلية تصنيع كلورات الصوديوم. كما يمكن الحصول على بيروكلورات البوتاسيوم والأمونيوم بتبادل كلوريد البوتاسيوم أو كلوريد الأمونيوم مع بيروكلورات الصوديوم والتي تم الحصول عليهما من كلورات الصوديوم عن طريق عملية التحلل الكيميائي المذكورة آنفاً.

### ● حامض البيركلوريك

يتم تصنيع حامض البيركلوريك ( $\text{HClO}_4$ ) باستخدام عملية ميرك (Merck) بإذابة الكلور في حامض بيروكلوريك بارد (صفر مئوي)، ويتأكسد كهروكيميائياً وفق المعادلة التالية:



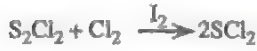
ويتم التأكسد الكهروكيميائي ذلك في خلية لها حاجز من قماش بلاستيكي وقطب مصعد (أنود) من البلاتين، وقطب مهبط (كاثود) من الفضة.

المركب	الخواص الفيزيائية			
	الكثافة جم/سم <sup>٣</sup>	درجة الانصهار (°م)	درجة الغليان	
			الذوبان في الماء	
			بارد	حار (٥١٠٠م)
ثاني كلوريد ثاني الكبريت (S <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> )	١,٦٧٨	٨٠-	١٣٥,٦	يتفكك
ثاني كلوريد الكبريت (SCl <sub>2</sub> )	١,٦٦٢	٧٨-	٥٩ (يتفكك)	-
كلوريد الثيونيل (SOCl <sub>2</sub> )	١,٦٥٥	١٠٥-	٧٨,٨	يتفكك
كلوريد السلفوريل (SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> )	١,٦٦٧	٤٥-	٦٩,١	يتفكك
حامض كلورو سلفونيك (ClSO <sub>3</sub> H)	١,٧٦٦	٨٠-	١٥٨	يتفكك

● جدول (٣) الخواص الفيزيائية وأهم الاستخدامات الصناعية لبعض المركبات الكلورو كبريتية.



كلوريد ثاني الكبريت ( $S_2Cl_2$ ) مع غاز الكلور عند درجة حرارة منخفضة وفي وجود عامل محف مثل اليود ، كما يتضح من المعادلة التالية :



يعد ( $SCl_2$ ) غير ثابت ، ويتحلل إلى المواد الأولية المكونة له ، وعادة يتكون كمادة وسطية .

### ● كلوريد الثيونيل

يتم تصنيع كلوريد الثيونيل ( $SOCl_2$ ) بتفاعل ثاني أكسيد الكبريت ( $SO_2$ ) ، أو ثالث أكسيد الكبريت ( $SO_3$ ) والكلور مع ثاني كلوريد الكبريت أو مع ثاني كلوريد ثاني الكبريت في وجود كربون نشط كمادة محفزة . كما أنه يمكن تصنيعه بتفاعل ثالث كلوريد الفوسفور ( $PCl_3$ ) مع كلوريد السلفوريل ( $SO_2Cl_2$ ) . وذلك وفقاً للمعادلات التالية :



### ● كلوريد السلفوريل

يتم تصنيع كلوريد السلفوريل ( $SO_2Cl_2$ ) بتفاعل ثاني أكسيد الكبريت ( $SO_2$ ) مع الكلور ( $Cl_2$ ) في وجود كربون نشط كعامل محفز في أنبوبة مبردة جيداً .

### ● حامض كلوروسلفونيك

يتم تصنيع حامض كلوروسلفونيك ( $ClSO_3H$ ) بتفاعل محلول ثالث أكسيد الكبريت ( $SO_3$ ) أو الأوليوم مع كلوريد الهيدروجين ( $HCl$ ) ، كما أن التفاعل يمكن أن يتم في الحالة الغازية بين المزيد من ( $HCl$ ) الجاف ، وغاز ثالث أكسيد الكبريت ( $SO_3$ ) الناتج من عملية صناعة حامض الكبريت ( $H_2SO_4$ ) ليكون ( $ClSO_3H$ ) .



الضوء مكوناً حامض كلوريد الهيدروجين ( $HCl$ ) وحامض الكلوريك ( $HClO_3$ ) .

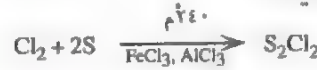
### المركبات الكلورو-كبريتية

يتخذ الكبريت بنسب مولية مختلفة مع الكلور لتكوين مركبات كلورو كبريتية مختلفة ، وهي عموماً ذات درجات انصهار أقل من الصفر المئوي وتتفكك في الماء البارد .

تستخدم المركبات الكلورو-كبريتية في صناعات عديدة حسب نوعها ، حيث تدخل كمواد محفزة في الصناعات البتروكيميائية وفي صناعة المبيدات الحشرية ، والمطهرات ، وغيرها ، جدول (٣) . ويمكن استعراض بعض المركبات الكلورو كبريتية فيما يلي :

### ● ثاني كلوريد ثاني الكبريت

يصنع ثاني كلوريد ثاني الكبريت ( $S_2Cl_2$ ) بإمرار الكلور في محلول الكبريت عند درجة حرارة  $240^\circ\text{C}$  تقريباً ، في وجود عامل مساعد ( $FeCl_3$  ،  $AlCl_3$ ) ، ويتم تنقيته بعملية تقطير كما يتضح من المعادلة التالية :



كما ينتج كمنتج ثانوي بإضافة الكبريت لثاني كلوريد الكبريت ( $SCl_2$ ) الذي يتم الحصول عليه كمنتج ثانوي وذلك وفقاً للمعادلة :



يعد ( $SCl_2$ ) المادة الأساسية لتحضير مركبات كبريتية أخرى مثل ثاني كلوريد الكبريت ( $S_2Cl_2$ ) ، كلوريد الثيونيل ( $SOCl_2$ ) ورباعي فلوريد الكبريت ( $SF_4$ ) ، كما يتفاعل مع الكحولات المتعددة ( Polyols ) ليكون إضافات لزيت التشحيم تحت ضغط مرتفع ، ولقطعات الزيوت .

### ● ثاني كلوريد الكبريت

يتم الحصول على ثاني كلوريد الكبريت ( $SCl_2$ ) صناعياً من تفاعل محلول ثاني

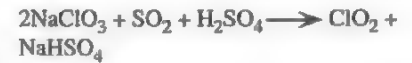
ويستخدم مبرد من الفضة لإزالة الحرارة الناتجة ، ويتم سحب جزء من الألكتروليت (Electrolyte) ، ليعطي ناتج من حامض البيركلوريك بنسبة ٧٠٪ وهي النسبة المتوفرة في الأسواق لهذا الشكل .

ويمكن الحصول على حامض بيروكلوريك غير مائي (Anhydrous) عن طريق تركيز الحامض التجاري (٧٠٪) تحت ضغط منخفض وفي وجود مادة ماصة للماء مثل كلورات المغنيسيوم .

يتفاعل الحامض مع المركبات العضوية محدثاً انفجاراً ، وهو عند ما يكون نقياً يبقى ثابتاً عند درجة حرارة الغرفة ولدة ٣ إلى ٤ يوم ، ثم يبدأ في التحلل ليعطي ٨٤,٦٪ حامض ( $HClO_4 \cdot H_2O$ ) مع ثاني الكلورسباعي الأكسجين ( $Cl_2O_7$ ) .

يعد ثاني أكسيد الكلور ( $ClO_2$ ) من أهم أكاسيد الكلور من الناحية الصناعية ، وهو غاز عند درجة حرارة الغرفة ، ونظراً لخواصه الانفجارية يفضل تحضيره عند الحاجة ، أو تخفيفه بغاز آخر خامل ( نيتروجين ، ثاني أكسيد الكربون ) بـ ١٠ - ١٥٪ حجماً ، وذلك لمنع الانفجار .

يمكن الحصول على ثاني أكسيد الكلور تجارياً ، بتفاعل طارد للحرارة بين كلورات الصوديوم في محلول بتركيز ٤ - ٤,٥ مولار ( M ) من حامض كبريت ومحتوياً على ٠,٠٥ - ٠,٢٥ ( M ) من أيون الكلوريد مع وجود ثاني أكسيد الكبريت ، حسب المعادلة التالية :



وعند الحاجة إلى غاز ( $ClO_2$ ) بكميات صغيرة يمكن استخدام كلوريت الصوديوم لتفاعل مع الكلور كما هو موضح فيما يلي :



يتميز غاز ( $ClO_2$ ) بأنه ذو لون أصفر عند درجة حرارة الغرفة ويذوب بالماء وثابت كيميائياً في الظلام ، لكنه يتحلل في



الفوسفور (P) عنصر  
(Non Metal) ينتمي للمعادن

الخامسة - أ (5 A) في الجدول  
التي تضم النيتروجين (N) والفلورين (F)  
والإنتيمون (Sb)، والبيزموث (Bi)  
الفوسفور - في العادة على شكل خبيث أكسيد الفوسفور  
(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)، وهي صيغة اتفق عليها  
حيث أن استخدامات الفوسفور  
في السابق كانت كثيرة  
ففي الأسمدة

د. د. محمد زهير الكبيسي

## الفوسفور ومركباته الكيميائية

للفوسفور، شكل (١).

يتألف المفاعل الحراري من جدران  
حديدية بقطر يتراوح ما بين ٨ إلى ١٠  
أمتار وارتفاع ٦ م وأرضية أسمنتية،  
وتتوسط هذه الجدران أقطاب كهربائية  
نصف قطر كل منها ١,٤ م. ينجم عن  
التفاعل تكوين غاز أول أكسيد الكربون  
(CO) في قاع المفاعل عند درجة حرارة  
٤٠٠ - ٤٥٠ م مما يؤمن وجود جواً  
خاملاً لمنع الاشتعال أو الانفجار داخل  
المفاعل. وفضلاً عن ذلك يستحسن تمرير  
غاز حامل (مثل النيتروجين) تحت ضغط  
أعلى من الضغط الجوي وعند درجة  
حرارة ٢٠٠ إلى ٤٠٠ م. يتم تجميع  
الحديد الفوسفوري (Fe<sub>2</sub>P) في قاع المفاعل  
- يزال كل أسبوع - ثم تليها طبقة من  
الخبث (CaSiO<sub>3</sub>) تتم إزالتها كل أربع  
ساعات.

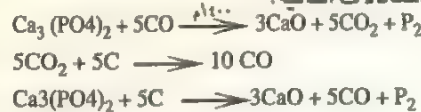
تنتقل الغازات الحارة لتمر على وحدتين  
من المنظفات الكهربائية لعزل ٩٠٪ من الغبار  
المصاحب لها في الوحدة الأولى، والباقي  
يتم التخلص منه عند مروره على الوحدة  
الثانية، بعدها تمرر الغازات النظيفة على  
ثلاثة أبراج مزودة بالماء لتكثيف الفوسفور  
الغازي المتصاعد على شكل فوسفور أبيض  
ليتم جمعه تحت سطح الماء في مستودع  
خاص لوقيته من الهواء.

تصنيعها من خاماتها الرئيسية وأهميتها  
الصناعية وذلك كما يلي :

### الفوسفور

للفوسفور ثلاثة أشكال متأصلة هي  
الفوسفور الأبيض والأحمر والأسود، ومن  
أهمها صناعياً الشكلين الأبيض والأحمر.

يتم الحصول على الفوسفور الأبيض  
(P) باختزال خام الفوسفور (الاباتيت)  
بالكوك (C) والسيليكا في فرن كهربائي عند  
درجة حرارة ٤٠٠ م وذلك حسب  
المعادلات التالية:



تستخدم السيليكا لتحويل أكسيد  
الكالسيوم (CaO) إلى خبث ذو درجة  
انصهار منخفضة



يمتص الخبث المذكور (Ca SiO<sub>3</sub>) معظم  
الشوائب المصاحبة لمعادن الحديد - يتحول إلى  
فوسفور الحديد (Fe<sub>2</sub>P) - وجزء من الفلوريد.

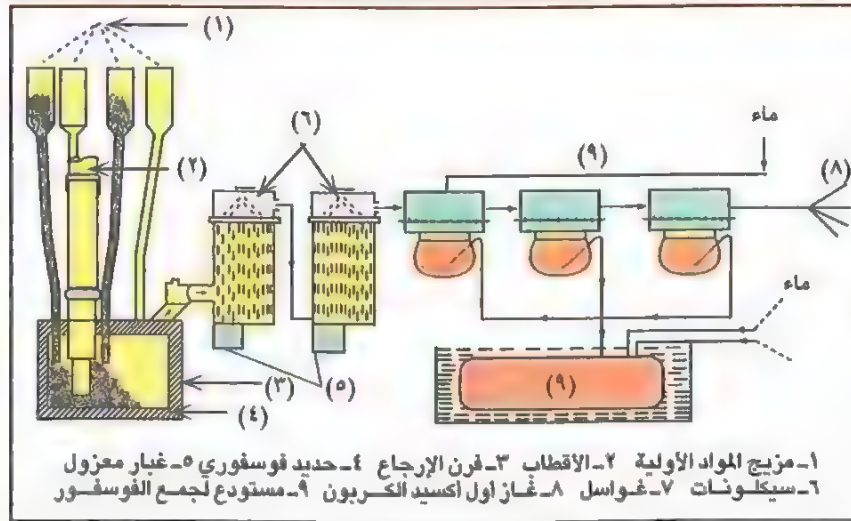
تتألف وحدة إنتاج الفوسفور من مفاعل  
كهروحراري ومرشح للغاز ثم مكثف

يوجد الفوسفور بنسبة ١٢،٠٪ من  
تركيب القشرة الأرضية، ويعد معدن  
الاباتيت الفلوري (Fluor Apatite) - صيفته  
الكيميائية [Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·Ca(F,Cl)] - من أهم  
مصادره في الطبيعة حيث يحتوي على  
نسبة ٤٢،٣٪ (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)، ويتواجد على شكل  
منشور سداسي منظم. ومن المصادر  
الأخرى للفوسفور في الطبيعة  
الفوسفوريت [3Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·Ca(OH)<sub>2</sub>] وفسفات الحديد  
II [Fe<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O]. أخذ  
الفوسفور يكتسب أهمية كبرى - بجانب  
أهميته في صناعة الأسمدة - بعد الحرب  
العالمية الثانية حيث أخذ يدخل في صناعة  
الغذية والمنظفات ومعالجة المياه ومضافي  
البتروك والانسج والأدوية ومواد التجميل  
وغيرها، ويوضح الجدول (١) أهم  
استخدامات بعض مركبات الفوسفور.

تعد الولايات المتحدة الأمريكية  
وشمال أفريقيا من أهم مناطق إنتاج  
الفوسفات في العالم، وعلى مستوى  
الوطن العربي تبلغ نسبة إنتاج  
الفوسفات حوالي ٢٤٪ من مجموع  
الإنتاج العالمي.

تعد معادن الفوسفات المصدر  
الرئيس لصناعة المركبات المختلفة  
للفوسفور، وسيتناول هذا المقال أهم  
مركبات الفوسفور من حيث طرق

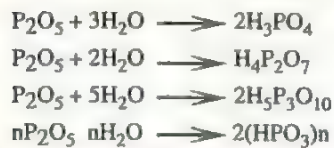




● شكل (١) وحدة إنتاج الفوسفور الأبيض.

(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) - وذلك باستخدام مفاعلات كهربائية تشبه تلك المستخدمة في تحضير حامض الفوسفور ، وذلك باستخدام هواء جاف وتمريه داخل مفاعل - يحوي الفوسفور الأبيض - عند درجة حرارة ١٧٠ - ٢٠٠ م ، وتبرد جدرانه من الخارج بالماء لخفض درجة حرارة الغازات الناتجة ، ويتم فصل ٩٥٪ منه على شكل (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) . ما الغازات المتبقية فترسل إلى وحدات تحضير حامض الفوسفور.

يستخدم (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) كعامل مجفف في تفاعلات نزع الماء من المركبات العضوية ، وكما مادة محسنة للأسفلت ، وفي صناعة المواد الفعالة سطحياً أثناء تحضير البلاستيك ، وفي زيوت المعالجة ، فضلاً عن ذلك فإنه يستخدم في تحضير حامض الفوسفور بأشكاله المختلفة وذلك عند تفاعله مع الماء بنسب مختلفة.



### حامض الفوسفور

ينتج حامض الفوسفور بطريقة تهضيم معدن الأباتيت بحامض الكبريت وتسمى بالطريقة الرطبة ، وهي كما يلي :

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 + 6H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + 3CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

كما ينتج بطريقة حرق الفوسفور الأبيض التي تم التطرق إليها سابقاً ، وتسمى بالطريقة الجافة .

يعد الفوسفور الأبيض الأكثر فعالية يليه الأحمر ثم الأسود ، ومن صفات الفوسفور الأحمر والأسود أنهما ثابتان في الهواء .

يتم الحصول على الفوسفور الأحمر بتسخين الفوسفور الأبيض إلى درجة حرارة ٢٥٠ م لعدة ساعات في أوتوكلاف حديدي . يحتوي الفوسفور المتحول ما بين ٥ ، ٠ إلى ١٠ ، ٠ ٪ من الفوسفور الأبيض حيث يعزل بمعالجته بمحلول هيدروكسيد الصوديوم المخفف والساخن أو ثنائي كبريتيد الكربون أو البنزين ، ومن ثم يرشح الفوسفور الأحمر في مرشحات ضاغطة ويغسل ويجفف ويعبأ في علب معدنية ، ويستخدم الفوسفور الأبيض في المصابيح المتوهجة وفي تحضير أسطح أعواد الثقاب بعد مزجه بالزجاج المطحون .

يتم الحصول على الفوسفور الأسود مبلوراً بتسخين الفوسفور الأبيض عند درجة حرارة ٢٢٠ - ٢٧٠ م تحت ضغط مرتفع يصل إلى ١٢٠٠ جواً لمدة ثمانية أيام في وجود الزيت كحمض مع قليل من الفوسفور الأسود.

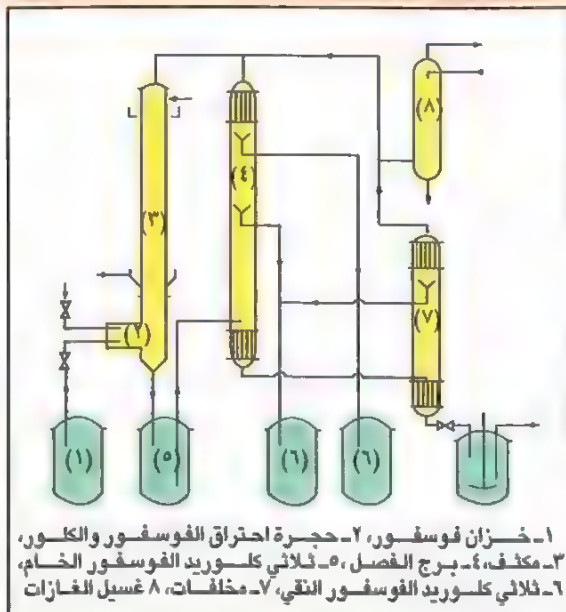
يمتاز الفوسفور الأسود عن الأشكال الأخرى للفوسفور بقدرته على نقل التيار الكهربائي.

### خامس أكسيد الفوسفور

يتم تحضير خامس أكسيد الفوسفور (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) بحرق الفوسفور الأبيض - يستهلك حوالي ٨٥ ٪ من الفوسفور الأبيض لإنتاج

اسم المادة	الرمز	الاستعمال
فوسفور أبيض ، فوسفور أصفر	P	مركبات الفوسفور - مواد خامدة للحريق
فوسفور أحمر	P	أعواد ثقاب للحريق ، مصابيح الإضاءة المتوهجة
خامس أكسيد الفوسفور	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	مركبات الفوسفور العضوية واللاعضوية مادة مجففة
بلا ماء حامض الفوسفور		
ثالث كلوريد الفوسفور	PCl <sub>3</sub>	مركبات الفوسفور الكلورية العضوية (POCl <sub>3</sub> )
خامس كلوريد الفوسفور	PCl <sub>5</sub>	مركبات الفوسفور العضوية
أكسي كلوريد الفوسفور	POCl <sub>3</sub>	أستيرات حامض الفوسفور
رابع كبريت الفوسفور	P <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	أعواد الثقاب
فوسفات الصوديوم الأحادية	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	خميرة العجين ، الأغذية .
فوسفات الصوديوم الثنائية	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	الأغذية ، الأدوية ، النسيج ، سيراميك
فوسفات الصوديوم الثلاثية	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	معالجة المياه ، مادة منظفة
فوسفات الأمونيوم الأولية	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	مادة مصمفة ، الخمائر ، الأسمدة
فوسفات الأمونيوم الثنائية	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	مادة مصمفة ، الخمائر ، الأسمدة
فوسفات الكالسيوم الأولية	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	الأغذية ، الأسمدة
فوسفات الكالسيوم الثنائية	CaHPO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	الأسمدة ، الطب البشري والبيطري ، معجون الأسنان
فوسفات الكالسيوم الثلاثية	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	الأدوية ، مستحضرات التجميل
بيروفسفات الصوديوم الرباعية	Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	منظفات
ميتا فوسفات ، (ملح جراهام)	(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>y</sub>	معالجة المياه ، دباغة الجلود ، الأغذية
ملح كورول	(KPO <sub>3</sub> ) <sub>z</sub>	معالجة المياه ، مادة منظفة

● جدول (١) أهم استخدامات بعض مركبات الفوسفور .



● شكل (٣) مخطط إنتاج ثلاثي كلوريد الفوسفور.

يتم التفاعل داخل وعاء مغلق توضع فيه مادة ثالث كلوريد الفوسفور ( $PCl_3$ ) مع تحريكها - بواسطة خلاط - أثناء مرور غاز الكلور، ويتم تبريد الوعاء لمنع تبخر ( $PCl_3$ ) وفصل خامس كلوريد الفوسفور بالتقطير. يدخل خامس كلوريد الفوسفور كمادة مكلورة في الكيمياء العضوية في صناعة مركبات الفوسفور العضوية.

#### ● سلفو كلوريد الفوسفور

يحضر سلفو كلوريد الفوسفور ( $PSCl_3$ ) - كلوريد ثيو السلفوريل - بتفاعل كلوريد الفوسفور مع الكبريت وذلك داخل إناء ضغط بخاري - اتوكلاف (Autoclave) - عند درجة حرارة  $180^\circ C$ ، ويتم ذلك بإمرار بخار ثالث كلوريد الفوسفور من خلال الكبريت المنصهر في وجود مادة محفزة - مثل ( $AlCl_3$ ) - تعمل على خفض درجة حرارة التفاعل. ويتم تنقية الناتج ( $PSCl_3$ ) بالتقطير التجزيئي.

يستخدم سلفو كلوريد الفوسفور في صناعة استير كلوريدات حامض ثيو الفوسفور التي تستخدم كمادة أولية في منتجات حماية المحاصيل الزراعية.

#### الأملاح الفوسفاتية

تستخدم الأملاح الفوسفاتية كاسمدة فوسفاتية تختلف نسبة أكسيد الفوسفور ( $P_2O_5$ ) فيها حسب نوع الملح الفوسفاتي،

والكلور حيث يمرر غاز الكلور في معلق من الفوسفور يحتوي على كمية قليلة من ثالث كلوريد الفوسفور، ينجم عن التفاعل انطلاق حرارة كافية لتبخير ثالث كلوريد الفوسفور الناتج الذي يكثف بواسطة مكثفات ويستخلص الجزء الآخر بالتقطير التجزيئي، شكل (٣).

يستخدم ثالث كلوريد الفوسفور في صناعة أوكسي كلوريد الفوسفور وحامض الفوسفور، وكما

مثبتة للبلاستيك، وفي حماية الحبوب من الآفات، وكمانع للحريق.

#### ● أوكسي كلوريد الفوسفور

يتم تحضير أوكسي كلوريد الفوسفور ( $POCl_3$ ) بأكسدة ثالث كلوريد الفوسفور النقي عند درجة حرارة  $50 - 60^\circ C$  وتبريد الناتج، وذلك وفقاً للمعادلة التالية:



يمكن للأكسجين أن يتفاعل لاحقاً مع أوكسي كلوريد الفوسفور المنتج لتكوين مركبات أخرى، وعليه يمكن إيقاف التفاعل غير المرغوب فيه بإضافة قليل من الكبريت، أو مركباته، أو الحديد أو النحاس مع تنقية الناتج ( $POCl_3$ ) بالتقطير التجزيئي.

كذلك يمكن تحضير ( $POCl_3$ ) بتفاعل خامس أكسيد الفوسفور مع ثلاثي كلوريد الفوسفور وغاز الكلور وذلك وفقاً للمعادلة التالية:



يستخدم أوكسي كلوريد الفوسفور في صناعة استرات حامض الفوسفور العطرية والايثاتية.

#### ● خامس كلوريد الفوسفور

يتم تصنيع خامس كلوريد الفوسفور ( $PCl_5$ ) بتفاعل ثالث كلوريد الفوسفور مع الكلور وذلك وفقاً للمعادلة التالية:



وفضلاً عن استخدام أغلب الفوسفور الأبيض في تحضير حامض الفوسفور، فإن أكثر من ٧٥٪ من معدن الأباتيت يستخدم في تحضير حامض الفوسفور الذي يدخل معظمه في صناعة الأسمدة الفوسفاتية ويستخدم الباقي مباشرة في معالجة المعادن، وصناعة الأصباغ، والنسيج، والبورسلان، والزجاج، والمواد الصيدلانية.

#### خامس كبريتيد الفوسفور

يتم تحضير خامس كبريتيد - سلفيد - الفوسفور ( $P_2S_5$ ) بتفاعل طارد للحرارة للفوسفور السائل مع الكبريت السائل وذلك عند درجة حرارة تزيد عن  $300^\circ C$ ، شكل (٢)، وذلك حسب المعادلة التالية:-



ثم يسكب الناتج ( $P_2S_5$ ) مباشرة على اسطوانات مبردة أو يقطر عند درجة حرارة  $150^\circ C$ .

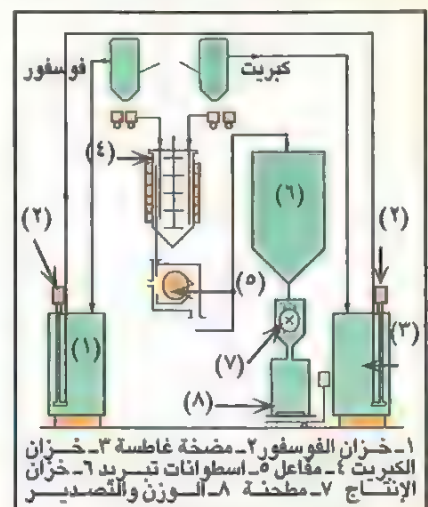
يستخدم خامس كبريتيد الفوسفور في صناعة المبيدات الحشرية (٤٠٪)، وكمواد إضافة لزيوت التزييت (٥٠٪)، وكموامل تعويم، ولمعالجة الزيوت.

#### هاليدات الفوسفور

يمكن تفصيل صناعة واستخدامات أهم هاليدات الفوسفور فيما يلي:

#### ● ثالث كلوريد الفوسفور

يحضر ثالث كلوريد الفوسفور ( $PCl_3$ ) عن طريق التفاعل المباشر بين الفوسفور



● شكل (٢) مخطط إنتاج سلفيد الفوسفور.



وذلك بتفاعلها مع كربونات الكالسيوم لتشكل فوسفات الكالسيوم الثلاثية التي لا تلتصق في قاع قدور معالجة المياه .

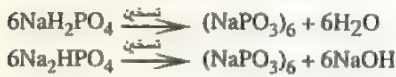
### فوسفات الصوديوم المتكاثفة

تنحصر أملاح فوسفات الصوديوم المتكاثفة في أملاح ميتا ، وبيرو ثري بولي حامض الفوسفور ، وهي تحضر بتسخين أملاح فوسفات الصوديوم . ويمكن تفصيل صناعة واستخدامات هذه الأملاح فيما يلي :-

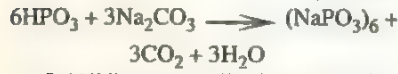
\* ميتا فوسفات الصوديوم ( $\text{NaPO}_3$ ) : ويطلق عليها ملح جراهام الذي يستخدم في إزالة عسر المياه .

تأتي ميتا فوسفات الصوديوم في شكل بوليمر مكون من ستة جزيئات  $(\text{NaPO}_3)_6$  ، ويتم تحضيرها بطرق مختلفة منها ما يلي :

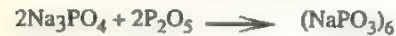
- نزع الماء بالتسخين من فوسفات الصوديوم الأحادية أو الثنائية



- تفاعل حامض ميتا الفوسفور مع أملاح الصوديوم



- تفاعل فوسفات الصوديوم الثلاثية مع خامس أكسيد الفوسفور .



\* بيرو فوسفات الصوديوم الثنائية ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) : ويمكن تحضيرها بالتسخين الكهربائي لمحلول أورثوفوسفات الصوديوم الأحادية عند درجة حرارة

تستخدم فوسفات الصوديوم الأحادية في تحضير ملحها الثنائي أو ميتا فوسفات الصوديوم أو الصوديوم المتكاثفة .

\* فوسفات الصوديوم الثنائية ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) : ويتم تحضيرها بإضافة الصودا إلى حامض الفوسفور أو فوسفات الصوديوم الأحادية حتى يصل الرقم الهيدروجيني إلى 7.5 (PH=7.5) ويتم ذلك بنفس الطريقة التي تم بها تحضير فوسفات الصوديوم الأحادية .

بعد ترشيح الناتج ثم تركيزه حتى درجة التشبع وتبريده تنفصل بلورات شفافة وحيدة الميل من فوسفات الصوديوم الثنائية المميّه إما بجزيئين أو إثني عشر جزءاً من الماء ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) .

تستخدم فوسفات الصوديوم الثنائية لإزالة عسر الماء وكعادة أساس في صناعة المنظفات وتزجيج الخزف وتحضير ميتافوسفات الصوديوم .

\* فوسفات الصوديوم الثلاثية ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) : ويتم تحضيرها ، شكل (٤) ، بإضافة مزيد من الصودا إلى حامض الفوسفور أو فوسفات الصوديوم الأحادية أو الثنائية حتى يصل الرقم الهيدروجيني إلى 8.5 (PH=8.5) ويرشح المحلول ويكثف حتى درجة التشبع لتكوين بلورات فوسفات الصوديوم الثلاثية ( $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) المميّه الإبريه ذات الإثني عشر جزءاً من الماء الذي يمكن نزعها بالطرق الحرارية .

تستخدم فوسفات الصوديوم الثلاثية في تنظيف الأوعية من الزيوت والشحوم، وكذلك في معالجة المياه حيث أنها تحول دون تشكل الحجر الكلسي في قدور المعالجة

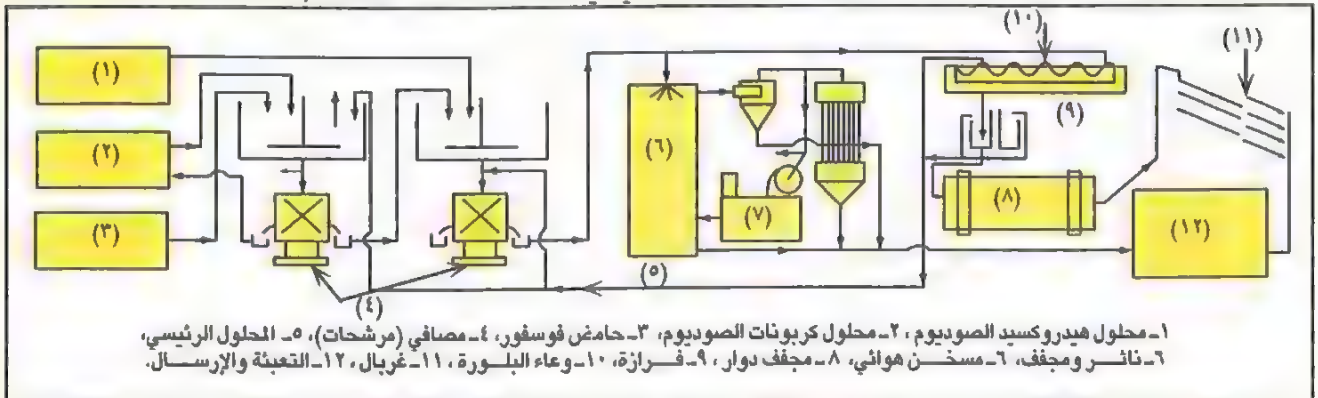
ويمكن تفصيل كيفية تصنيع الأملاح الفوسفاتية ومجالات استخدام كل منها فيما يلي:-

### ● فوسفات الصوديوم

ينجم عن إضافة الصودا - هيدروكسيد الصوديوم - لحامض الفوسفور تكوين ثلاثة أشكال من فوسفات الصوديوم وذلك حسب الرقم الهيدروجيني الذي يكون عليه التفاعل، فعند إضافة الصودا عند رقم هيدروجيني (PH) = 4.5 تتكون فوسفات الصوديوم الأحادية ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ )، أما فوسفات الصوديوم الثنائية فتتكون عند رقم هيدروجيني (PH) = 7.5 بينما تتكون فوسفات الصوديوم الثلاثية عند إضافة مزيد من الصودا إلى حامض الفوسفور أو فوسفات الصوديوم الأحادية أو الثنائية حتى يصل الرقم الهيدروجيني (PH) إلى 8.5 ، عليه يمكن تفصيل تحضير هذه الأملاح كما يلي :-

\* فوسفات الصوديوم الأحادية ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) : وتنتج من تعديل حامض الفوسفور بالصودا بالتدرج حتى يصل الرقم الهيدروجيني للناتج إلى 4.5 (PH=4.5) ، وتجري عملية التعديل في وعاء يحوي خلاط بحيث تضاف الصودا وهي في حالة الغليان حتى يصل الرقم الهيدروجيني الناتج إلى المقدار المطلوب ، ومن ثم يرشح الملح لفصل الشوائب ، ويتم تركيز المحلول ليصل تركيزه ما بين (٤٠ - ٥٠) % ، ويبرد لتنفصل بلورات الصوديوم الأحادية وتجفف في مجففات ، ويرافق تبلور فوسفات الصوديوم الأحادية جزيء واحد أو جزيئين من الماء ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) .

إضافة إلى استخدامها كسماد ،



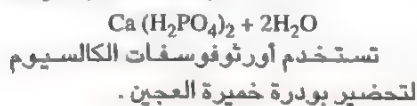
● شكل (٤) مخطط تحضير فوسفات الصوديوم الثلاثية.

## فوسفات الكالسيوم

من أهم فوسفات الكالسيوم ما يلي :-

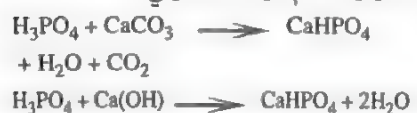
### ● أورثو فوسفات الكالسيوم الأحادية

تحضر أورثو فوسفات الكالسيوم الأحادية  $[Ca (H_2PO_4)]$  بتفاعل حامض الفوسفور النقي مع الكلس وذلك كما يلي :-



### ● أورثو فوسفات الكالسيوم الثنائية

تحضر أورثو فوسفات الكالسيوم الثنائية  $[Ca HPO_4 \cdot 2H_2O]$  بتفاعل حامض الفوسفور مع كربونات الكالسيوم أو هيدروكسيد الكالسيوم مع التحكم في الرقم الهيدروجيني حتى يصل إلى ٥,٧ (  $pH = 5.7$  ) على أن لا تتجاوز درجة الحرارة ٦٠°م ، وذلك كما يلي :



تستخدم فوسفات الكالسيوم الثنائية في الأسمدة

### ● فوسفات الكالسيوم الثلاثية

تحضر فوسفات الكالسيوم الثلاثية  $Ca_3 (PO_4)_2$  من تفاعل حامض الفوسفور المخفف مع هيدروكسيد الكالسيوم المخفف ، وذلك وفقاً لما يلي :

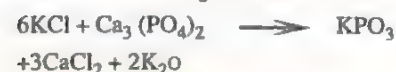


تستخدم فوسفات الكالسيوم الثلاثية في مستحضرات التجميل ، وصناعة الخزف ، ومعالجة الأسنان ل إعطاء اللون الأبيض الناصع .

### ● ميتا فوسفات البوتاسيوم

تحضر ميتا فوسفات البوتاسيوم  $KPO_3$  بتفاعل الفوسفورين الخام الناعم مع كلوريد البوتاسيوم الذي يضاف بواسطة بخاخ إلى حجرة التفاعل المحتوية على الخام .

تستعمل ميتا فوسفات البوتاسيوم كسماد فوسفوبوتاسي .



التطرق لهذين الملحين ، وذلك كما يلي :-

### ● فوسفات الأمونيوم الأحادية

يتم تحضير فوسفات الأمونيوم الأحادية  $(NH_4)_2HPO_4$  بتفاعل حامض الفوسفور - عند تركيز ٧٥٪ مع غاز النشادر وذلك بامرار الغاز على الحامض الموجود داخل ثلاثة أوعية مجهزة بخلاط يعمل على مزج الغاز والحامض جيداً حتى يصل الرقم الهيدروجيني (  $pH$  ) للخليط إلى ٤,٥ .

ينجم عن تفاعل التعادل انتشار حرارة تعمل على تبخر جزء من الماء المرافق ولذلك فإن المحلول يمرر على مبردات لتخفيف درجة حرارة التفاعل وتكوين بلورات أبرية من الملح الذي يجفف بعد ذلك بالهواء الساخن باستخدام مجفف دوار .

تستخدم فوسفات الأمونيوم الأحادية بعد مزجها بكميات الأمونيوم لتحضير الأسمدة الفوسفورية المركبة كما تستخدم كعامل واق من الحرائق ، وصناعة الورق والأغذية والخمائر .

### ● فوسفات الأمونيوم الثنائية

تحضر فوسفات الأمونيوم الثنائية  $(NH_4)_2HPO_4$  بتفاعل حامض الفوسفور المخفف مع النشادر على مرحلتين لتلاني إرتفاع درجة الحرارة الناجمة عن التفاعل التي تتسبب في ضياع جزء من غاز النشادر . يتم في المرحلة الأولى نشر النشادر في برج التعديل الأول عند درجة حرارة ٢٠°م في أنبوب يتدفق فيه حامض الفوسفور المخفف (  $P_2O_5 = 25\%$  ) ودرجة حرارة ٦٠°م مع خلط المزيج وضبط الرقم الهيدروجيني (  $pH$  ) عند ٣ (  $pH = 3$  ) ، بعدها ينقل الناتج إلى برج التعديل الثاني حيث تنثر عليه كمية إضافية من النشادر مع خلط المزيج وضبط الرقم الهيدروجيني إلى ٥,٥ (  $pH = 5.5$  ) ، ثم يتم نقل الناتج إلى برج تحبيب عند درجة ٦٠°م ليتساقط رذاذ فوسفات الأمونيوم الثنائية التي تجفف ليتم سحبها من أسفل البرج لتمر من خلال مناخل لفصل الحبيبات الخشنة التي يعاد طحنها من جديد ، ثم تبرد الحبيبات وتعبأ للتخزين .

تستخدم فوسفات الأمونيوم الثنائية كسماد نثرو فوسفاتي ، وفي تصميغ الخشب والأنسجة ، وتحضير الخمائر .

٢٠٠ - ٢٢٠°م وذلك في أوعية فولاذية مبطنة من الداخل بالكروم ومجهزة بخلاط مقاوم للتآكل .



تستخدم بيرو فوسفات الصوديوم الثنائية في صناعة الخميرة المستخدمة في العجائن كما وتستخدم في مصانع الجبن .

\* بيرو فوسفات الصوديوم الرباعية  $(Na_4P_2O_7)$  : ويمكن تحضيرها بتسخين فوسفات الصوديوم الثنائية عند درجة حرارة ٢٠٠°م .



تستخدم بيرو فوسفات الصوديوم الرباعية في صناعة المنظفات ، وصباغة الألبسة (خاصة الحريرية) ، وصناعة الجبن ، وفي حفر الآبار وكمادة مخثرة للدم .

\* تري بولي فوسفات الصوديوم الثلاثية  $(Na_5P_3O_{10})$  : وتحضر عن طريق تفاعل فوسفات الصوديوم الثنائية مع فوسفات الصوديوم الأحادية عند درجة حرارة ٨٥٠ - ١٠٠٠°م باستخدام فرن دوار .



تستخدم تري بولي فوسفات الصوديوم الثلاثية في صناعة المنظفات والأغذية وصناعة البترول .

## فوسفات الأمونيوم

ينجم عن تفاعل حامض الفوسفور مع النشادر ( الأمونيا ) تكوين ثلاثة أملاح لفوسفات الأمونيا وذلك حسب نسبة غاز النشادر لحامض الفوسفور . حيث يتكون أولاً ملح فوسفات الأمونيوم الأحادية  $(NH_4H_2PO_4)$  ويرمز لها بـ (  $MAP$  ) ، ثم ينجم عن إضافة مزيد من غاز النشادر إلى حامض الفوسفور تكوين ملح فوسفات الأمونيوم الثنائية  $(NH_4)_2HPO_4$  ويرمز لها بـ (  $DAP$  ) ، وأخيراً يتكون ملح فوسفات الأمونيوم الثلاثية  $(NH_4)_3PO_4$  - يرمز لها بـ (  $TAP$  ) - بإضافة المزيد من غاز النشادر .

تعد فوسفات الأمونيوم الأحادية (  $MAP$  ) والثنائية (  $DAP$  ) الأكثر استخداماً وأهمية في الكثير من الصناعات الكيميائية مقارنة بفوسفات الأمونيوم الثلاثية ، ولذا فيستمر



## الحمض غير العضوي



أ/ محسن حمدي محلاتي

الأخضر ( كبريتات الحديدوز المائية ) ، والكبريتات الأخرى المشابهة له .

يتميز حامض الكبريت المركز ( الكثيف ) بأنه سائل زيتي ثقيل القوام ، وعديم اللون والرائحة عندما يكون نقياً ، إلا أنه يعطي أحياناً رائحة غاز ثالث أكسيد الكربون (  $SO_2$  ) عند وجود هذا الغاز بنسبة عالية أثناء تحضير الحامض . كما يتميز حامض الكبريت المركز بأنه موصل للتيار الكهربائي ، ويتجمد عند درجة حرارة  $10^\circ C$  . يذوب حامض الكبريت المركز (  $100\%$  وزناً ) عند درجة حرارة  $230^\circ C$  محمراً ثالث أكسيد الكبريت ، ويتفكك الحامض بشكل تام - عند درجة حرارة  $430^\circ C$  - متحولاً إلى بخار الماء وثالث أكسيد الكبريت الذي يتفكك بدوره إلى غازي ثاني أكسيد الكبريت والأكسجين .

يمكن تخفيف حامض الكبريت المركز للحصول على أحماض كبريت مخففة ذات أوزان نوعية مختلفة تعتمد بصفة أساس على نسبة تركيز الحامض قبل تخفيفه .

\* طرق صناعة حامض الكبريت : وتعتمد بصفة أساس على الكبريت والكبريتات كمواد أولية ، كما أنها تحتاج إلى تقنية عالية نتيجة النشاط الكيميائي الشديد للحامض . وتتمثل طرق تصنيع حامض الكبريت في طريقتين هما :-

- طريقة غرف الرصاص ( Lead Chamber Process ) : وتعرف أيضاً بطريقة أكسيد النيتروجين ، وهي قديمة إلا أنها لازالت تستعمل في

تقسم الأحماض إلى نوعين أساسيين هما : الأحماض العضوية وتتكون من كربون وهيدروجين وأكسجين وتحتوي جزيئاتها على مجموعة الكربوكسيل ومنها حامض الخل (  $CH_3COOH$  ) وحامض النمل (  $HCOOH$  ) وغيرها ، والأحماض غير العضوية ( المعدنية ) وتتألف من عنصرين أو أكثر أحدهما الهيدروجين ، والآخر معدن أو شبه معدن ، كما يدخل عنصر الأكسجين في تركيب الكثير منها ، ومن أمثلتها حامض كلوريد الهيدروجين (  $HCl$  ) ، وحامض الكبريت (  $H_2SO_4$  ) وحامض كلوريد الذهب (  $HAuCl_4$  ) .

سيتناول هذا المقال - بمشيئة الله - الأحماض غير العضوية ، والتي يمكن تصنيفها طبقاً لتركيبها إلى نوعين هما :-

### أحماض أكسجينية

تتركب الأحماض الأكسجينية من عنصري الأكسجين والهيدروجين مع عناصر أخرى ، ومن أمثلتها ما يلي :-

#### ● حامض الكبريت

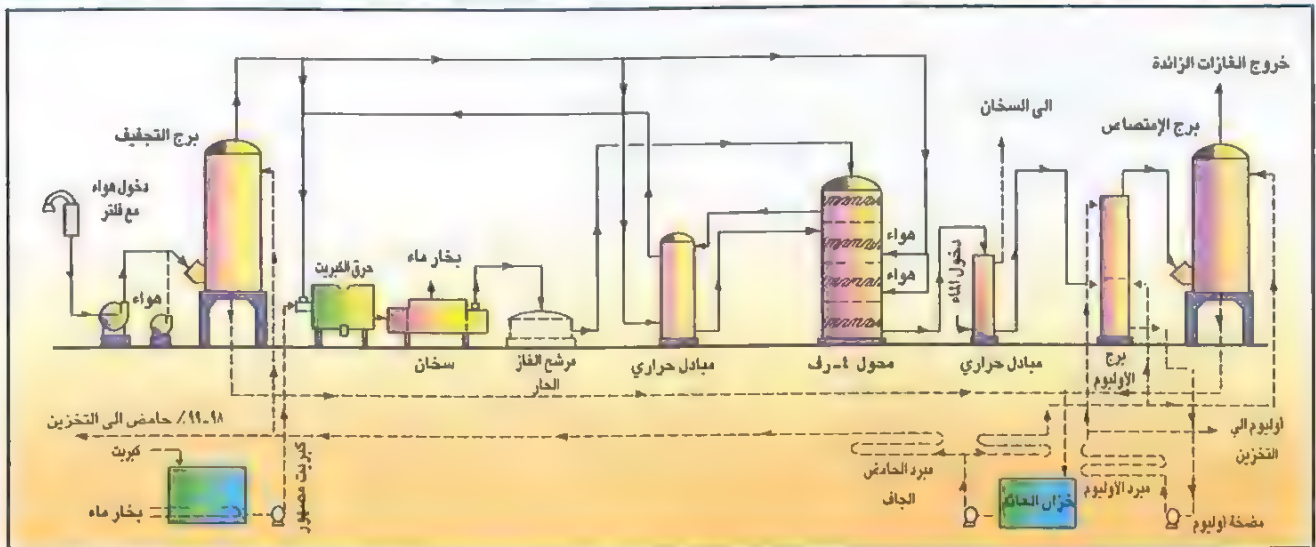
يعد حامض الكبريت (  $H_2SO_4$  ) من أوائل الأحماض التي تم التعرف عليها ، حيث عرفه العرب منذ القرن الثامن الميلادي ، وعرفته أوروبا في القرنين الرابع والخامس عشر - وأطلق على هذا الحامض قديماً اسم زيت الزاج ( Oil of Vitroil ) بسبب تحضيره من تسخين وتقطير الزاج

تقوم بعض الشركات الكبرى العاملة في مجال المواد الغذائية بتوظيف شخص ما مهمته تذوق الطعام المنتج ، وإبداء رأيه في تلك السلعة لتحوز على رضى المستهلك ، وتوظف شركات تصنيع العطور إخصائيين لاستخدام حاسة الشم لمعرفة الروائح الزكية التي تناسب ذوق الناس . ويمكن لهذا الشخص أن يميز بين المواد اعتماداً على طعمها ورائحتها ، فيقول إن هذه المادة لها طعم حلو ، وأخرى ذات طعم مر ، وثالثة طعمها لاذع .

وعلى سبيل المثال فالحمضيات ( مثل البرتقال والليمون واليوسفي ) كلها ذات طعم لاذع وذلك بسبب احتوائها على حامض الليمون ، وزيت الزيتون يصبح طعمه لاذعاً - بعد فترة من تعرضه للهواء - لارتفاع نسبة حامض الزيت به ، واللبن يتغير طعمه ويصبح غير مستساغ ولاذع - بعد إنتهاء فترة صلاحيته - وذلك لزيادة نسبة حامض اللبن به .

إذاً فالحامض بصفة عامة هو مادة لاذعة الطعم ، إلا أن هذا التعريف فضفاض ولا يمكن الأخذ به كيميائياً . وقد اختلف علماء الكيمياء في تعريف الحامض فمنهم من قال أنه المادة المحتوية على الهيدروجين الذي يمكن أن يحل المعدن محله ، أو أنه المادة المتأينة التي توصل التيار الكهربائي وتطلق الهيدروجين متجهاً نحو المهبط عند تأينها ، أو أنه المادة التي تغير لون ورقة تباع الشمس ( Litmus Paper ) من الأزرق إلى الأحمر . ومع كثرة تعاريف الحامض إلا أن أكثرها استخداماً في الأوساط العلمية ثلاثة تعاريف هي :-

- ١- الحامض هو المادة التي تزيد من أيونات الهيدرونيوم (  $H_3O^+$  ) في المحاليل المائية ( أرهينيوس ، عام ١٨٨٧ م ) .
- ٢- الحامض هو المادة التي تعطي بروتوناً أو أيون هيدروجين (  $H^+$  ) إلى مادة أخرى ( برونستد - ولوري ، عام ١٩٢٢ م ) .
- ٣- الحامض هو أي مادة تقبل زوج إلكترون حر - زوج من الإلكترونات يوجد على المدار الأخير لذرة ما - من مادة أخرى مكونة معها رابطة تساممية ( لويس ، عام ١٩٣٨ م ) .



● شكل ( ١ ) مخطط إنتاج حامض الكبريت بطريقة التماس .

عند ضغوط معينة .

ويوضح الجدول ( ١ ) تراكيز وكثافة حامض الكبريت التجاري الناتج عن الطرق الصناعية المبينة أعلاه ، ويلاحظ من الجدول أنه كلما زاد تركيز الحامض زادت كثافته .

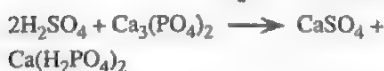
**\* الاستخدامات : وتتمثل بصفة أساس**  
**فيما يلي :-**

قیما یلی :-

— كمادة مؤكسدة، ومادة نازعة للماء، لذا يستخدم حامض الكبريت في تجفيف المركبات الكيميائية من الماء.

— إنتاج الأسمدة الكيميائية مثل :

١- سماء سوپر الفوسفات الأحادية :  
وذلك بتفاعل حامض الكبريت مع الصخور  
الفوسفاتية كما يلي :



نوع الحامض	التركيز (%)	الكثافة (جم/سم <sup>3</sup> )
غرف الرصاص	٦٢,١٨	١,٥٣
الأبراج (جلوفر)	٧٧,٦٧	١,٧٢
زيت الزاج	٩٣,١٩	١,٨٤
أوليوم ٢٠% (٢٠ من SO <sub>3</sub> )	١٠٤,٤٩	-
و ٨٠% حامض كبريت		
أوليوم ٤٠% (٤٠ من SO <sub>3</sub> )	١٠٩,٠٠	-
و ٦٠% حامض كبريت		

جدول ( ١ ) تراكيز وكثافة حامض الكبريت التجاري الناتج عن طرق صناعة مختلفة .

ويتحول إلى ثالث أكسيد الكبريت في وجود الهواء عند درجة حرارة معينة للحصول على أعلى مردود (٩٧٪-٩٨٪) من الغاز الناتج ، وفقاً للتفاعل التالي :



$$\Delta H = -23.4 \text{ K.Cal.}$$

٤- إمتصاص غاز ثالث أكسيد الكبريت بواسطة الماء، ثم أخذ المحلول إلى وسط برج الاوليوم - حامض كبريت مكثف مذاباً فيه ثالث أكسيد الكبريت - ليقابل حامض الكبريت الداخل من وسط البرج من الطرف الآخر.

٥- أخذ جزء من الناتج من أسفل البرج إلى مبرد الاوليوم ليصعد جزء منه مرة أخرى إلى أعلى البرج، بينما يتجه الجزء الآخر من الحامض الناتج إلى الخزانات.

٦- سحب الغازات المنطلقة من أعلى برج الأوليوم إلى برج الإمتصاص لتقابل حامض الكبريت حيث يمتص جزء منها ويخرج الباقي من فتحة في أعلى برج الإمتصاص .

٧- تنقية حامض الكبريت وتركيزه، وذلك بتبخير الحامض الناتج أعلاه للحصول على ثالث أكسيد الكبريت، الذي يتم امتصاصه في أعمدة من الكوارتز لتحويله إلى حامض نقي. يختلف تركيز الحامض الناتج باختلاف درجة تبخير الحامض حيث يصل تركيزه إلى ٩٦٪ عند درجة حرارة ٢٠٠م، بينما يصل تركيزه إلى ٩٨,٣٪ عند درجة حرارة ٢٣٠م، وللحصول على تراكيز معينة للحامض تستخدم مبخرات خاصة

بعض البلدان ، وتتمثل هذه الطريقة في الخطوات التالية :-

١- تفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع الماء في وجود أكسيد النيتروجين ، وفق التفاعل التالي :

$$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$$

٢- أكسدة أول أكسيد النيتروجين ( NO ) الناتج من التفاعل أعلاه للحصول على ثاني أكسيد النيتروجين وذلك كما يلي :



٣- إعادة ثاني أكسيد النيتروجين لبرج التفاعل مرة أخرى لتفاعله مع الماء وثاني أكسيد الكبريت للحصول على الحامض المطلوب .... وهكذا .

- طريقة التماس : تم إكتشافها عام ١٨٢١م ، ثم طورت حتى أصبحت في الوقت الحاضر أرخص طرق تصنيع حامض الكبريت وأكثرها إنتشاراً .

تتم طريقة التماس من خلال عدة مراحل ، شكل ( ١ ) ، هي كالتالي :-

١- صهر عنصر الكبريت ، وترشيحه  
لفصل الأجزاء غير المنصهرة عنه .

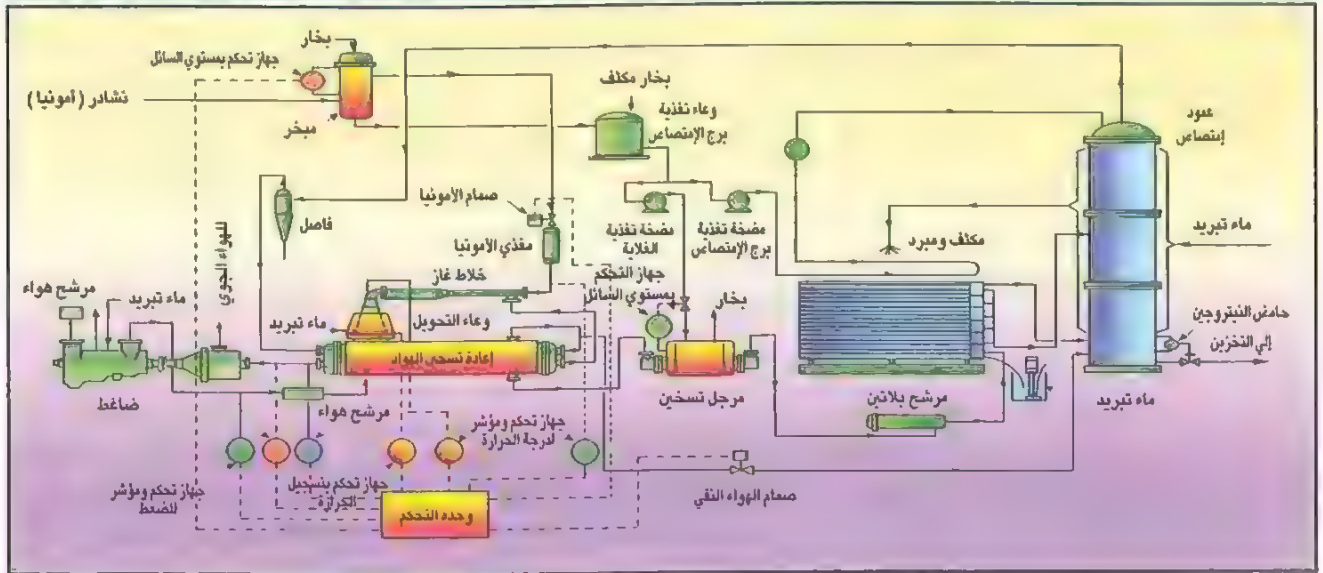
٢- ضخ المصهور إلى وحدة حرق الكبريت للحصول على غاز ثاني أكسيد الكبريت الذي يمرر على سخان ثم إلى مرشح الغاز الحار لتتقيته من الشوائب ، وفقاً للمعادلة التالية :



$$\Delta H = -7.9 \text{ K.Cal.}$$

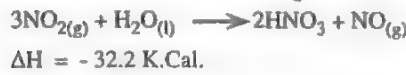
٣- إدخال غاز ثاني أكسيد الكبريت إلى برج التحويل المحتوي على محفز - مثل معدن البلاتين أو الفاناديوم - ليتأكسد





● شكل (٢) مخطط لإنتاج حامض النيتروجين ابتداءً من الأمونيا (النشادر).

٢- يعالج غاز (  $\text{NO}_2$  ) بالماء في برج الامتصاص فينتج حامض النيتروجين بتركيز يتراوح بين ٥٠٪ إلى ٦٠٪ طبقاً للتفاعل التالي :-



- طريقة القوس الكهربائي : وتتم بتمرير الهواء خلال قوس كهربائي فيتحد الأكسجين والنيتروجين ويتكون غاز أكسيد النيتروجين ( مثلما يحدث عند ظهور البرق ) ، ثم يبرد الغاز ويتكثف ويتأكسد في وجود الهواء فيتحول إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين (  $\text{NO}_2$  ) . يمتص الغاز الناتج بالماء أو بمحلول قلوي فينتج حامض النيتروجين بتركيز يصل إلى حوالي ٣٥٪ .

● الاستخدامات : وتتمثل في التالي :-  
- تحضير نترات المعادن مثل نترات الصوديوم ، ونترات الأمونيوم ، ونترات الكالسيوم التي يستخدم جزء منها كأسمدة .

- تصنيع المتفجرات والدهانات ، وفي الصناعات البلاستيكية .

#### ● حامض الفوسفور

حامض الفوسفور (  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ) عبارة عن سائل لزج عديم اللون ، وغير مؤكسد في درجات حرارة أقل من ٣٥٠-٤٠٠ م° .

● طرق الصناعة : وتتم بطريقتين هما :-  
- الطريقة الرطبة : وفيها يطحن خام الصخور الفوسفاتية ( مثل فوسفات

كما يتميز حامض النيتروجين بثبات تركيزه عند حفظه بعيداً عن الضوء ، حيث أنه لا ينحل في الظلام ، وعلى العكس فإنه يتفكك عند تعرضه للضوء ويصبح لون محلوله أصفر حسب المعادلة التالية :



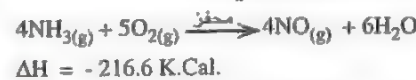
● طرق الصناعة : وتتم بثلاث طرق هي :  
- من نترات الصوديوم : وذلك بتسخينها مع حامض الكبريت وفقاً للمعادلة التالية :



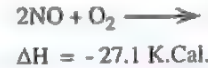
ثم يقطر الناتج لفصل الحامض الذي يصل تركيزه بهذه الطريقة إلى ٩٥٪ .

- من أكسدة النشادر : وهي الطريقة المستخدمة حالياً لإنتاج الحامض ، وتتم على عدة مراحل ، شكل ( ٢ ) ، هي ما يلي :-

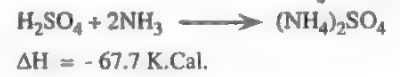
١- تفاعل النشادر مع الهواء أو الأكسجين في وجود مادة محفزة ( معدن البلاتين و ١٠٪ روديوم في درجة حرارة ٩٢٠ م° وتحت ضغط ٦،٨٠٤ جو ) حيث يتشكل أول أكسيد النيتروجين (  $\text{NO}$  ) بتركيز ١٠٪ ، وذلك كما يلي :-



٢- يبرد غاز أول أكسيد النيتروجين بالماء في مبادل حراري مع استمرار عملية الأكسدة لرفع تركيزه ، ومن ثم تحويله إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين (  $\text{NO}_2$  ) وفقاً للتفاعل التالي :-



٢- سماد كبريتات الأمونيوم : ويحضر بتفاعل حامض الكبريت مع الأمونيا على النحو التالي :-



- تحضير الكبريتات : مثل كبريتات الصوديوم ( تستخدم في صناعة الورق والمنظفات والزجاج وتحلية المياه ) ، وكبريتات الألمنيوم ( صناعة الزيوت وتكرير النفط ) ، وكبريتات البوتاسيوم ( صناعة الأسمدة والزجاج والشببة والمواد الغذائية ) . ومثال لذلك يوضح التفاعلين التاليين ، كيفية تحضير كبريتات الصوديوم بواسطة حامض الكبريت :-



- صناعة بطاريات السيارات ، ويسمى حامض الكبريت في هذه الحالة بماء النار أو الأسيد ( Acid ) ، ويصل تركيزه في البطارية إلى ٣٣،٣٣٪ حامض كبريت .

#### ● حامض النيتروجين

يأتي حامض النيتروجين (  $\text{HNO}_3$  ) بعد حامض الكبريت من حيث كمية إنتاجه ، وكثرة وتنوع استخداماته .

يتميز حامض النيتروجين الجاف بأنه سائل عديم اللون يغلي عند درجة حرارة ٨٤،١ م° ، ويتجمد عند درجة حرارة ٤١،٥٩ م° ، ويتأين ذاتياً وفق المعادلة التالية :





- تتفاعل أملاح الكلوريدات مع حامض الكبريت : مثل تتفاعل كلوريد الصوديوم مع حامض الكبريت ، وذلك كما يلي :-



ويتم ذلك حسب الخطوات الموضحة في شكل ( ٤ ) والتي تتلخص فيما يلي :-  
١- يُحمص ( يشوى ) ملح كلوريد الصوديوم وحامض الكبريت في فرن ليتشكل غاز ( HCl ) وكبريتات الصوديوم .

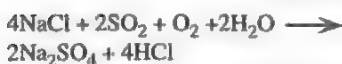
٢- تمرر نواتج التفاعل على مبرد ( مبادل حراري ) ، ثم يمرر الغاز المبرد في برج يحتوي على فحم الكوك وذلك لتفكيته من الشوائب .

٣- يؤخذ غاز كلوريد الهيدروجين النقي من أعلى برج فحم الكوك ثم يمرر على برج الامتصاص بالماء فيذيب الغاز في الماء مكوناً حامض كلوريد الهيدروجين الذي يتم سحبه من أسفل البرج إلى الخزانات .

- الاتحاد المباشر بين الكلور والهيدروجين وفقاً للتفاعل التالي :-



- تتفاعل كلوريد الصوديوم مع غاز ثاني أكسيد الكبريت في وجود الأكسجين وفقاً للمعادلة التالية :-



\* الاستخدامات : وهي عديدة من أهمها صناعة المعادن وتستهلك ٤٧٪ من الإنتاج العالمي للحامض ، وصناعة المواد الكيميائية

ويدخل في صناعة الصابون والمنظفات والأدوية والمواد الغذائية ومعالجة المياه .

- خامس كبريتيد الفوسفور (  $P_2S_5$  ) : ويضاف لزيت التشحيم والمبيدات الحشرية .

- فوسفات الكالسيوم الثنائية (  $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$  ) : وتضاف لعلف الحيوانات والدواجن ، وكما مادة مثبتة في الصناعات البلاستيكية وفي صناعة الزجاج ، بالإضافة إلى بعض الاستخدامات الطبية .

### الأحماض الهيدروجينية

تتألف الأحماض الهيدروجينية بصفة أساس من الهيدروجين مع عناصر أخرى ، إلا أنها لا تحتوي على عنصر الأكسجين بصورة أو بأخرى . ومن أمثلة الأحماض الهيدروجينية مايلي :-

#### • حامض كلوريد الهيدروجين

تم التعرف على حامض كلوريد الهيدروجين ( HCl ) في القرن الخامس عشر الميلادي ، ويوجد الحامض في الظروف العادية على شكل غاز يغلي سائلاً عند درجة - ٨٣ م ، ويتجمد عند درجة - ١١١ م ، وينحل الغاز بسهولة في الماء مكوناً حامض كلوريد الهيدروجين بتراكيز مختلفة تعتمد على كمية الغاز المذاب في الماء . ويوجد الحامض تجارياً بثلاثة تراكيز هي ٢٨٪ ، ٣٢٪ ، و ٣٧٪ HCl .

\* طرق الصناعة : وتتمثل في أربع طرق رئيسية هي :-

- كنتاج ثانوي عند كلورة الهيدروكربونات الأروماتية أو الأليفاتية وفقاً للمعادلة التالية :-

الكالسيوم ) - الموجودة في الطبيعة - ثم يعالج بحامض الكبريت ( ٦٢,٥ ٪ ) فيتشكل حامض الفوسفور (  $H_3PO_4$  ) والجبس وفقاً للتفاعل التالي :-



تبرد نواتج التفاعل ثم ترشح لفصل الحامض عن بقية الرواسب . يتراوح تركيز الحامض الناتج بهذه الطريقة بين ٣٠٪ إلى ٣٢٪ ، ويمكن أن يستخدم مباشرة أو يتم زيادة تركيزه إلى الحد المطلوب .

- طريقة الأفران الكهربائية : وتستخدم للحصول على حامض فوسفور أكثر نقاوة وتركيزاً - مقارنة بالطريقة السابقة - وتتم هذه الطريقة على مرحلتين ، شكل ( ٢ ) ، يمكن توضيحها على النحو التالي :

١- ينقل الفوسفور - المستخرج من الصخور الفوسفاتية - إلى مركز الاحتراق حيث يصهر ويُرش على شكل رذاذ في برج الأكسدة ليتحول إلى خامس أكسيد الفوسفور (  $P_2O_5$  ) وفقاً للتفاعل التالي :



$$\Delta H = - 720 \text{ K.Cal.}$$

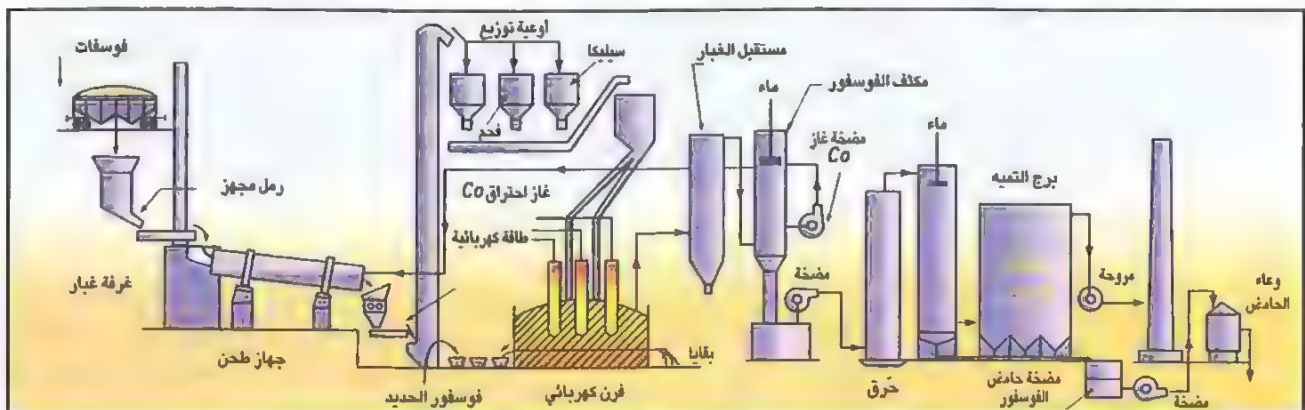
٢- يبرد الأكسيد الناتج ثم يعالج بالماء ليتحول إلى حامض الفوسفور الذي يرشح وينقى للحصول على المنتج النهائي وذلك كما يلي :



$$\Delta H = - 45 \text{ K.Cal.}$$

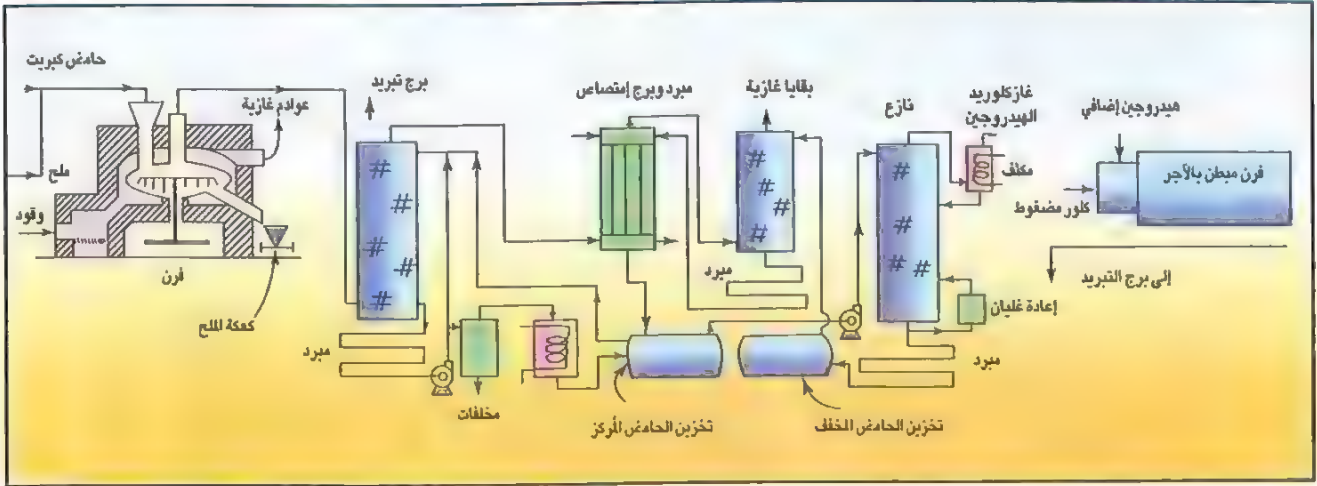
\* الاستخدامات : وتتمثل في تحضير بعض المركبات الكيميائية - تستخدم في الكثير من الصناعات غير العضوية - مثل :  
- فوسفات الأمونيوم الثنائية  $[(NH_4)_2HPO_4]$  : وتستخدم كسماد فوسفاتي .

- تري بولي فوسفات الصوديوم (  $Na_5P_3O_{10}$  ) :



شكل ( ٢ ) مخطط لإنتاج حامض الفوسفور .





● شكل (٤) مخطط لإنتاج حامض كلوريد الهيدروجين.

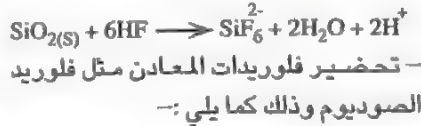
حيث قامت شركة الصناعات الكيميائية الأساس المحدودة بالدمام بإنتاج حامض كلوريد الهيدروجين بطاقة إنتاجية ( ١٨٩٠٠ طن/سنة )، كما قامت شركة الكلور العربية المحدودة بإنتاج هذا الحامض في عام ١٩٩١ م.

تقوم شركة سافكو - إحدى شركات سابك - في الدمام بإنتاج حامض الكبريت بطاقة إنتاجية ٨٨٣٢٦ طن/سنة، كما ينتج هذا الحامض بكميات قليلة كمنتج ثانوي في بعض المصانع الأخرى.

بالإضافة لذلك فهناك عدة أحماض سيتم إنتاجها قريباً بالمملكة تفي بحاجة السوق السعودية، منها أحماض الفوسفور، والنيتروجين، والكبريت، وفلوريد الهيدروجين.

فلوريد الهيدروجين الممدد .

\* الاستخدامات : وهي عديدة ومن أهمها :  
- الحفر والكتابة على الزجاج ، وذلك بسبب تفاعل الحامض بشدة مع الزجاج وفقاً للمعادلة التالية :-



- الحصول على الفلوروهيدروكربونات - في الصناعات البتروكيميائية - مثل الفريون ١١، ١٢، ٢٢.

### صناعة الأحماض بالمملكة

بدأت صناعة الأحماض بالمملكة العربية السعودية منذ عام ١٩٧٢ م،

والصيدلانية ( ٣٣٪ ) ، والصناعات الغذائية ( ٧٪ ) ، وصناعة النفط ( ٦٪ ) ، وبعض الصناعات الأخرى ( ٧٪ ) مثل تحضير الصمغ ، واستخلاص الأحماض العضوية الدسمة ، وتهيئة السطوح المراد طلاؤها ، وتنظيف الستيل ، وإزالة الطبقة المؤكسدة ( الصدا ) .

### ● حامض فلوريد الهيدروجين

يتميز حامض فلوريد الهيدروجين ( HF ) بأنه غاز سام جداً عديم اللون ، تبلغ درجة انصهاره - ٨٣,٧٠ م° ، ودرجة غليانه ١٩,٩ م° ، وكثافته ٠,٩٩١ جم/سم<sup>٣</sup> ، وهو شديد الذوبان في الماء ، ومحلوله ناقل للتيار الكهربائي ، ويتفاعل الحامض مع الزجاج ، لذا يتم وضعه في أوعية نحاسية أو حديدية مبطنة بالرصاص .

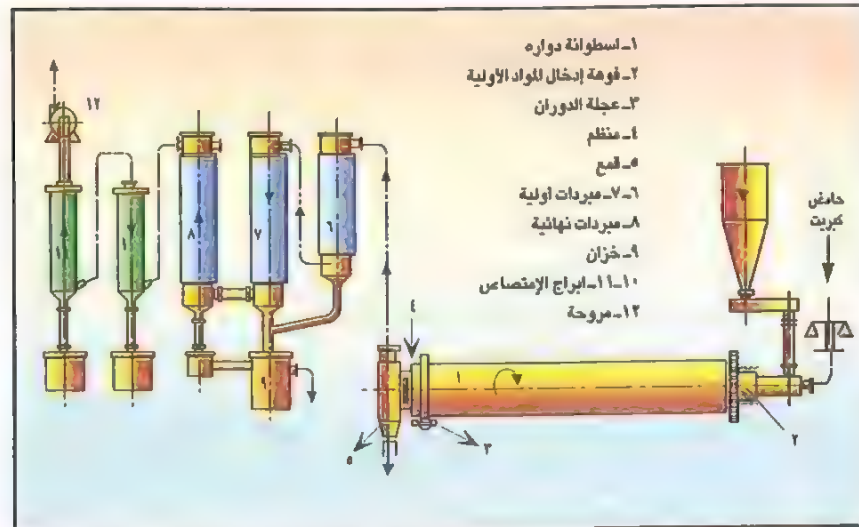
\* طرق الصناعة : وتتم بعدة طرق أهمها :  
- كنتاج ثانوي من فلورة الهيدروكربونات وفقاً للتفاعل التالي :-



- تفاعل حامض الكبريت مع أملاح الفلور ، ويوضح الشكل ( ٥ ) خطوات إنتاج حامض فلوريد الهيدروجين بهذه الطريقة ، حيث تدخل المواد الأولية ( حامض الكبريت وفلوريد الكالسيوم ) إلى الفرن الدوار المسخن من الخارج فيتم التفاعل التالي :



يخرج غاز فلوريد الهيدروجين من الفرن الدوار ، ويمرر على أبراج لتبريده ، ثم يمرر على برج لامتصاصه بالماء أو بحامض



● شكل (٥) مخطط لإنتاج حامض فلوريد الهيدروجين.

## خامات البوتاسيوم

يشكل البوتاسيوم حوالي ٢.٣٥٪ من القشرة الأرضية حيث يكون ممزوجاً بصورة أساس مع ترسبات من مركبات الصوديوم ، كما أنه يوجد أيضاً في الفلدسبار ( feldspars ) ، والمسكوفيت ( Muscovite ) - المايكا البيشماء - والجرانيت ( Granite ) ، والنيس ( Gneiss ) . وتشكل الصخور الرسوبية حوالي ٥٪ من القشرة الأرضية حيث تحتوي على حوالي ١.١٪ بوتاسيوم ، وحوالي ٢.٧٪ طين صفحي ( shales ) علماً بأن البوتاسيوم لا يوجد في الطبيعة على هيئة عنصر لأنه فعال جداً ويمتاز بفعالية عالية مع عناصر أخرى .

تنتج الترسبات المعدنية للبوتاسيوم عادة نتيجة تبخر الماء من البحار المغلقة بالاراضي الجافة ( Closed Land Seas ) ، التي انفصلت عن الجزء المحيطي الرئيسي ، حيث يتسبب إنجراف مياه الأنهار في إذابة أملاح البوتاسيوم والمعادن القلوية الأخرى من الصخور والتربة ونقلها إلى المحيطات والبحيرات .

تترسب الأملاح عادة وفق ترتيب معين اعتماداً على درجة تبلورها وتكون عادة وفق الترتيب التالي : كربونات الكالسيوم ، كربونات المغنيسيوم ، كلوريد المغنيسيوم ، وأخيراً كلوريد البوتاسيوم ، وتكون الترسبات الناتجة عن تبخر مياه البحار غنية بكلوريدات وكبريتات المغنيسيوم وكميات قليلة من البوتاسيوم والبروم ، وهي تشمل الساليفيت ( KCl ) ، والكرناليت (  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$  ) ، والكيريزيريت (  $MgSO_4 \cdot H_2O$  ) ، والبـولي هاليت (  $2CaSO_4 \cdot MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 2H_2O$  ) ، واللانغبيـنيت (  $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$  ) ، واليوراسيت (  $5MgO \cdot MgCl_2 \cdot 7B_2O_3$  ) . أما بالنسبة للترسبات الناتجة عن تبخر مياه البحيرات فإنها تحتوي على مركبات معدنية أخرى مثل الهاليت ( NaCl ) ، والهاتكسيت (  $9Na_2SO_4 \cdot 2Na_2CO_3 \cdot KCl$  ) ، والـترونا (  $Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$  ) ، والـفلاسيريت (  $3K_2SO_4 \cdot Na_2SO_4$  ) . ومن أهم مركبات البوتاسيوم الموجودة في الطبيعة المركبات المعدنية الكلوريدية



تعد عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم من أهم عناصر التغذية للنبات ويحتاجها بكميات أكبر بكثير من أية عناصر أخرى ، ويختلف البوتاسيوم عن الفوسفور والنيتروجين في أنه لا يدخل في تركيب أي من المركبات العضوية في النبات ، وإنما يتواجد في خلايا النباتات على صورة أيونات وعلى شكل أملاح ذائبة في العصير الخلوي ، وجزئياً على صورة مواد غير ذائبة متمزة على غرويات السيتوبلازم .

فعاليات الأكسدة وإنتاج الأحماض العضوية في النبات .

- زيادة مقاومة النبات للتجمد حيث يرتبط هذا بالمحتوى العالي من السكريات وزيادة الضغط الاسموزي في الخلايا .

- زيادة مقاومة النبات للأمراض المختلفة . - المساعدة على نمو الحزم الوعائية والحزم اللبغية مما يؤدي إلى ثباتية الساق ومقاومة النبات للإنحناء والسقوط .

ويمكن تصنيف مركبات البوتاسيوم المتواجدة في التربة إلى مايلي :

١- البوتاسيوم الذي يدخل في تركيب المعادن الألومينو- سيليكاتية الثابتة وعلى رأسها الفلدسبار والمايكا والتي تتصف بكونها ضعيفة الذوبان والانحسام للنبات .

٢- البوتاسيوم المتبادل والممتص من قبل غرويات التربة وهو محدود لا يتعدى ٥-١٥٪ من المحتوى الكلي لهذا العنصر .

٣- البوتاسيوم الذائب في الماء على شكل أملاح مختلفة ذائبة في رطوبة التربة (نترات ، فوسفات ، كبريتات ، كلوريدات وكربونات البوتاسيوم ) والتي يمكن امتصاصها بشكل مباشر من قبل النباتات .

تتضمن بعض الوظائف الفسيولوجية للبوتاسيوم في النباتات مايلي :

- تحويل الكربوهيدرات البسيطة إلى كربوهيدرات أكثر تعقيداً مثل السكريات المتعددة والثنائية .

- استخدام نيتروجين النشادر لتكوين البروتين في النباتات الخضراء .

- تعديل الأحماض العضوية الهامة فسيولوجياً .

- تنظيم فعاليات مواد التغذية المعدنية الضرورية .

- زيادة فعاليات الإنزيمات التي تشارك في تبادل الكربوهيدرات .

- المساعدة على نمو الأنسجة الناشئة ( الفتية ) .

- التحكم في حركة الماء داخل فجوات الأنسجة .

- التأثير على الوظيفة الفيزيائية لغرويات السيتوبلازم وزيادة قابليتها على التبلل ، وكذلك على مقاومة النبات للجفاف ، كما أنه يلعب دوراً كبيراً في عمليات تبادل المواد في الخلايا .

- التأثير على نشاط التمثيل الضوئي وعلى



## الأسهدة البوتاسية

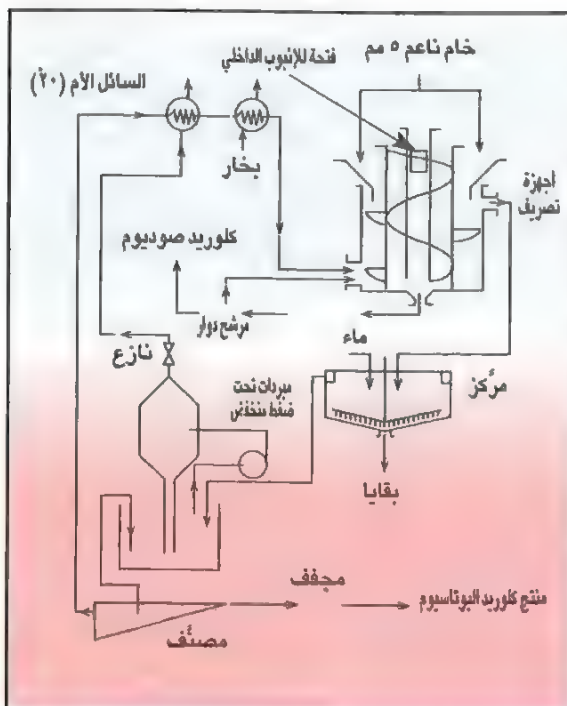
١١ ، وبعدها تتم إبادة المحلول ويبرد إلى درجة حرارة ٢٠ م ، حيث يترسب كلوريد البوتاسيوم النقي ويبقى كلوريد الصوديوم والشوائب غير القابلة للانحلال . وقد يصاحب بلورات كلوريد البوتاسيوم بعض الطين ومواد غروانية ، حيث يمكن إزالتها بواسطة غسيل البلورات بكميات محدودة من الماء .

\* طريقة التعويم (Flotation process) :  
تعد أكثر الطرق استخداماً في العالم  
للحصول على السيليفيت (KCl) من  
السيليفينيت (KCl + NaCl) التي تعتمد  
على اضافة عامل مزبد (Frothing agent)  
مثل عوامل هيدروفوبية (عوامل جاذبة للماء)  
منها كحولات أليفاتية مسلفنة او عوامل  
هيدروفييلية (عوامل دافعة للماء) مثل  
خلات الامين ، وتتلخص هذه الطريقة  
بالخطوات التالية:

## ١- الطحن والتصنيف.

٢- اضافة محلول مركز (NaCl و KCl) للحصول على عجينة تحتوي على ٥٠-٧٠٪ مواد صلبة .

٣- طحن رطب اللخام إلى حجم يمكن أن يحمرر السايلفيت عن بلورات كلوريد الصوديوم . ويختلف هذا الحجم باختلاف



● شكل (١) طريقة فصل كلوريد البوتاسيوم من خام السيليفين أو السلفين.

(%) K <sub>2</sub> O)	التركيب الكيميائي	المركب
		١ - الكلوريدات
٦٣,١	KCl	- ساليبيت (Sylvite)
١٧,٠	KCl . MgCl <sub>2</sub> . 6H <sub>2</sub> O	- كرناليت (Carnallite)
١٨,٩	KCl . MgSO <sub>4</sub> . 3H <sub>2</sub> O	- كينيت (Kainite)
٣,٠	KCl . 9Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 2Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	- هانكسيت (Hanksite)
		٢ - الكبريتات
١٦,٥	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . MgSO <sub>4</sub> . 2CaSO <sub>4</sub> . 2H <sub>2</sub> O	- بولي هاليت (Polyhalite)
٢٢,٦	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 2MgSO <sub>4</sub>	- لانغبينيت (Langbeinite)
٢٥,٥	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . MgSO <sub>4</sub> . 4H <sub>2</sub> O	- ليونيت (Leonite)
١٠,٧	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . MgSO <sub>4</sub> . 4CaSO <sub>4</sub> . 2H <sub>2</sub> O	- كروقيت (Krugite)
٤٢,٦	3K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	- غلاسيريت (Glaserite)
٢٢,٣	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . MgSO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O	- سكيونيت (Schoenite)
٢٨,٨	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . CaSO <sub>4</sub> . H <sub>2</sub> O	- ساينجينيت (Syngenite)
٢٩,٨	(K, Na) SO <sub>4</sub>	- افثيتاليت (Aphthitalite)
٩,٩	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . 2H <sub>2</sub> O	- كالينيت (Kalinite)
١١,٤	K <sub>2</sub> Al <sub>6</sub> (OH) <sub>12</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub>	- ألونيت (Alunite)
		٣ - النترات
٤٦,٥	KNO <sub>3</sub>	- نتر (Niter)

جدول (١) أهم المركبات البوتاسية الموجودة في الطبيعة.

كلوريد البوتاسيوم (KCl) وكلوريد الصوديوم (NaCl) بزيادة درجة الحرارة ، فبارتفاع درجة الحرارة تزداد ذوبانية (KCl) أكثر من (NaCl) .

ويتم في هذه الطريقة ، شكل (١) طحن الملح الخام بواسطة الآلات

طحن خاصة ، وعندما يكون  
الملح الخام مكوناً من مزيج  
من كلوريد البوتاسيوم  
وكلوريد الصوديوم فإن  
ذوبانية كلوريد الصوديوم  
تبلغ ٣٥ر٤ جرام في ١٠٠  
جرام من الماء وكلوريد  
البوتاسيوم ٢٤ر٧ جرام عند  
درجة حرارة ٢٠ م ، ولفصل  
الاملاح يسخن المحلول إلى  
درجة حرارة ١٠٠ م حيث  
تزداد ذوبانية كلوريد  
الصوديوم إلى ٣٩ر١ جرام  
فقط في حين تزداد ذوبانية  
كلوريد البوتاسيوم إلى  
٥٦ر٧ جرام ، وعندها يمكن  
فصل كلوريد الصوديوم.

وعملياً يسخن المحلول  
المركّز بمحلي كلوريد  
البوتاسيوم وكلوريد

والكبريتية حيث تختلف نسبة ( $K_2O$ ) في هذه المركبات حسب التركيب الكيميائي، جدول (١).

## إنتاج الأسمدة البوتاسية

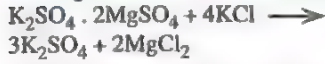
يتم إنتاج الاسمدة البوتاسية من خام  
املاح البوتاسيوم وذلك بعد طحنها  
ومزجها بنسب معينة ومن أهم الاملاح  
المستخدمة مايلي :

● **كلوريد البوتاسيوم**

يأتي سماد كلوريد البوتاسيوم (KCl) على شكل حبيبات اومسحوق ذو لون ابيض اذا كان نقياً ويميل الى اللون الاحمر اذا كان مشوباً، ويحتوي على حوالي ٥٨,٦٢% من اكسيد البوتاسيوم ( $K_2O$ ) ونسب قليلة من كلوريد الصوديوم، وتتراوح نسبة البوتاسيوم في هذا السماد ما بين ٣٩-٥١% والكلور حوالي ٤٧%، ويتم الحصول على كلوريد البوتاسيوم من مياه البحيرات الملححة وذلك بعد عملية تبخير الماء وفصل الملح الصلب من الاملاح الناتجة بواسطة الطرق التالية :

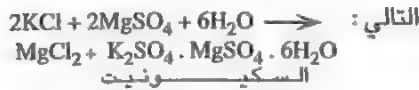
\* الإذابة الحرارية (Thermal Dissolution Process) :  
وتعتمد على اختلاف قابلية ذوبان ملحي

البوتاسيوم وذلك وفق التفاعل التالي :

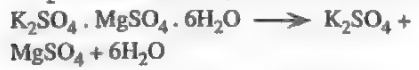


ويبين شكل (٢) إحدى الطرق الصناعية لإنتاج كبريتات البوتاسيوم من خامي اللانغبييت وكوريد البوتاسيوم .

٢- من كبريتات المغنيسيوم وكوريد البوتاسيوم ، ويجري التفاعل في هذه الطريقة على خطوتين حيث يتشكل في الخطوة الأولى السكويونيت وفق التفاعل التالي :



ويتم في الخطوة التالية مزج السكويونيت مع الملح للحصول على كبريتات البوتاسيوم وفق التفاعل التالي :



وتتم إزالة كبريتات البوتاسيوم بواسطة القوة النابذة ، ويعاد السائل الساخن إلى وعاء الترقيد .

٣- يمكن إنتاج كبريتات البوتاسيوم بواسطة طرق حرارية منها :

\* طريقة مانهيم (Mann heim) وتتم صناعة كبريتات البوتاسيوم في هذه الطريقة بتفاعل كلوريد البوتاسيوم مع حامض الكبريت على مرحلتين ، ففي المرحلة الأولى يتفاعل كلوريد البوتاسيوم مع حامض الكبريت وفق المعادلة التالية :



٣٠٠-٧٠٠م يعقبها عملية

تبريد إلى درجة حرارة تتراوح من ١٠٠-٢٠٠ م ، أو بواسطة معالجتها بعوامل خاصة لتتغير بشكل انتقائي الخواص الكهربائية لأملاح معينة لفصل واحد منها أو أكثر من المزيج الملحي ، وذلك باستخدام أحماض اليقاتيه عطرية أحادية الكربوكسيل .

وتتلخص هذه الطريقة بطحن الملح الخام إلى حبيبات حجم الواحدة منها ١-٢ مم ثم تضاف إليها عوامل خاصة من مركبات عضوية أغلبها أحماض كربوكسيلية وبكميات تتراوح من ٥٠-٢٠٠ جم لكل طن من الملح الخام ، وبعدئذ يجفف الملح الخام بواسطة الهواء الساخن ويمرر إلى أجهزة خاصة تصبح فيها

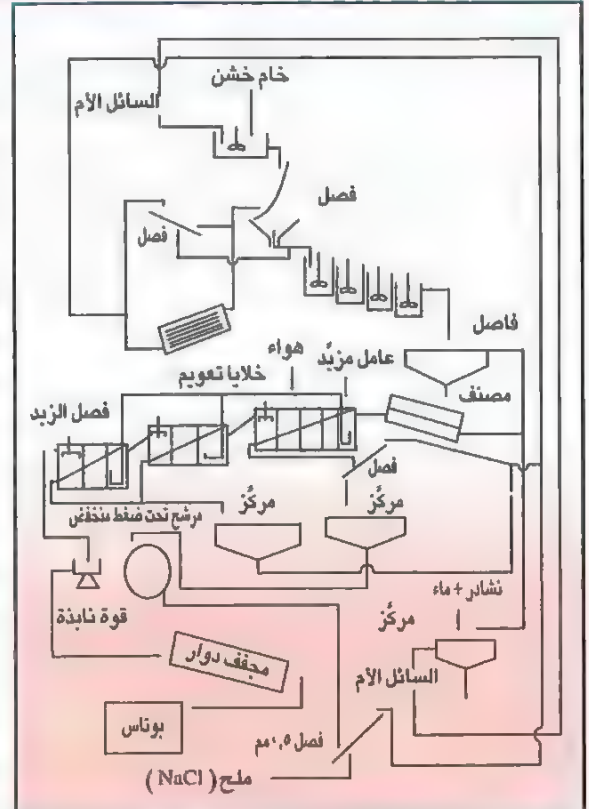
مكونات الملح مشحونة بشحنات متعاكسة حيث تستغرق عملية الشحن دقيقة واحدة .

وتجرى عملية فصل المزيج الملحي المشحون على عدة خطوات خلال أجهزة فصل صفائحية في وحدة طولها ١٠ متر وعرضها ٢ متر حيث تسقط الدقائق المشحونة لتتحرف جانباً

بواسطة جهد كهربائي يتراوح ما بين ٤-٥ كيلوفولت / سم وتفصل كل منها حسب شحنتها ، وتدور الألكترويدات من ١٠-٣٠ دورة / دقيقة بعكس اتجاه الفراشي التي تزيل الدقائق المترسبة .

### ● كبريتات البوتاسيوم

توجد كبريتات البوتاسيوم (  $K_2SO_4$  ) على شكل حبيبات بلورية رمادية اللون قابلة للذوبان في الماء وتحتوي على حوالي ٤٢٪ من أكسيد البوتاسيوم (  $K_2O$  ) ، ويتم الحصول عليها كما يلي :  
١- من خام اللانغبييت وكوريد ( Langbeinte ) وكوريد



● شكل (٢) طريقة التعويم لاستخلاص كلوريد الصوديوم من الساليفينيت.

حجم البلورات .

٤- إضافة عوامل معينة تشتمل - عادة - على أمين (Amine) وذلك لجعل البوتاسيوم أكثر دقة للماء ، كما يضاف الكحول ليعمل كعامل مزبد .

٥- تخفيف العجينة إلى ٢٠-٢٥٪ مواد صلبة .

٦- إدخال الساليفيت المحتوي على المحلول الملحي المركز إلى سلسلة من خلايا الطفو أو التعويم مع التحريك ، وإدخال الهواء على شكل فقاعات لجعل دقائق الساليفيت تطفو على السطح ، ومن ثم يكشط الساليفيت العائم ميكانيكياً .

٧- يجفف الساليفيت الناتج في مجففات خاصة .

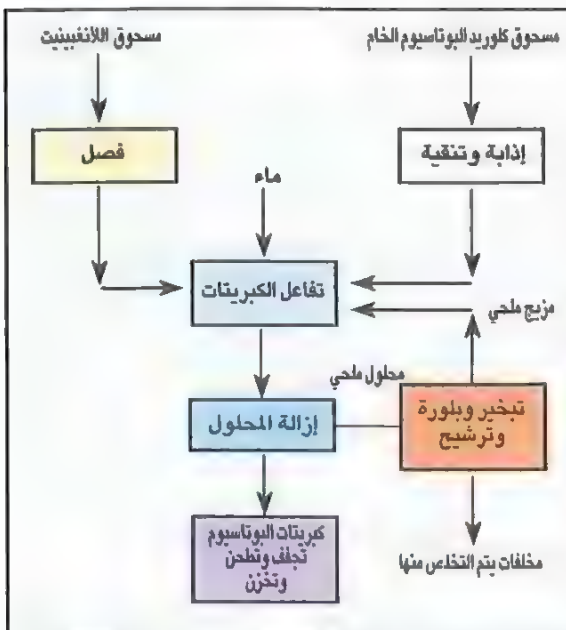
٨- نخل الساليفيت الجاف للحصول على

أحجام متنوعة حسب رغبة السوق .

٩- التعبئة .

ويبين الشكل (٢) إحدى طرق التعويم للحصول على كلوريد البوتاسيوم .

\* التجزئة الالكتروستاتيكية (Electrostatic fractionation) ويستخدم فيها أجهزة كهربائية خاصة لشحن مكونات الملح ، وتتم هذه الطريقة عادة بتسخين المادة إلى درجة حرارة



● شكل (٣) مخطط إنتاج كبريتات البوتاسيوم من اللانغبييت.



درجة حرارة منخفضة نسبياً.

وتتم هذه الطريقة بإدخال كلوريد البوتاسيوم مع كمية معينة من حامض النيتروجين المبرد بنسبة تركيز ٦٠٪-٧٠٪ إلى المفاعل الأول من سلسلة مفاعلات عند درجة حرارة ٥٠-٨٠ °C ، (شكل ٤) ، ويضاف مع المزيج أيضاً المحلول الملحي الدوار والمذيب . يعد التفاعل بين كلوريد البوتاسيوم وحامض النيتروجين تحت ظروف عادية تفاعل عكوس ولكن بوجود المذيب يجري التفاعل إلى نهايته . يتم فصل كلاً من حامض كلوريد الهيدروجين وحامض النيتروجين - غير المتفاعل - المذابان في طور المذيب في حين يتم فصل بلورات نترات البوتاسيوم بواسطة الابانة أو القوة النابذة ، ثم تجفف للتخزين.

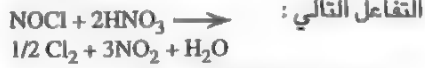
#### ● ميتافوسفات البوتاسيوم

يحتوي هذا الملح على حوالي ٨٧٪ ٣٩٪ (K<sub>2</sub>O) ، ٦٠٪ (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ويحضر بتفاعل كلوريد البوتاسيوم مع حامض الفوسفور وفق التفاعلات التالية :



إضافية من بخار حامض النيتروجين عند درجة حرارة ٥٠ °C وذلك لإتمام التفاعل.

يؤكسد المزيج الغازي المكون من كلوريد النتروزيل والكلور في مفاعل آخر بواسطة حامض النيتروجين الساخن والمركز إلى ٨٠٪ على الأقل عند درجة ٥٠ °C حيث يعطي ثنائي أكسيد النيتروجين وكمية أخرى من الكلور وفق التفاعل التالي :



يكثف الماء المتشكل ويعاد إلى المفاعل الأول أما غازي الكلور وثنائي أكسيد النيتروجين فيفصلان عن بعضهما ، ويعبأ الكلور في إسطوانات للاستفادة منه في أغراض متعددة ، أما ثنائي أكسيد النيتروجين فتتم إذابته في الماء للحصول على حامض النيتروجين (٦٥٪) ، ويمكن التعبير عن تفاعل الأكسدة كما يلي :



كما ويمكن التعبير عن مجمل التفاعلات التي تحدث في هذه العملية بالتفاعل التالي :



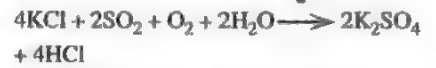
● طريقة (IMI) : تعتمد على الاستخلاص بواسطة مذيب من الكحول (C5) عند

أما في المرحلة الثانية فيتم تفكيك كبريتات البوتاسيوم الحامضية بوجود كلوريد البوتاسيوم عند درجة تصل إلى ٧٠ °C وفق التفاعل التالي :



يتم التفاعل الأول عند درجة حرارة منخفضة نسبياً فتنتج كبريتات البوتاسيوم الحامضية .

● طريقة هارغريفز (Hargreaves process) : ويتم في هذه الطريقة طحن كلوريد البوتاسيوم وإدخاله إلى وعاء التفاعل ، وبعد ذلك يتم إدخال ثاني أكسيد الكبريت الناتج عن حرق الكبريت إلى وعاء التفاعل مع تيار من الهواء وبخار الماء حيث يجري التفاعل التالي :

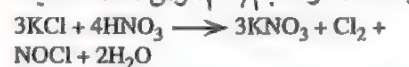


يستفاد من حامض كلوريد الماء الناتج من كلا الطريقتين في بعض البلدان الصناعية - المنتجة لكبريتات البوتاسيوم - للحصول على فوسفات ثنائية الكالسيوم ، وذلك بتفاعله مع صخر فوسفاتي ، ومن ثم تعديل المنتج بهيدروكسيد الكالسيوم أو الكلس ، أو يستفاد منه في عمليات طرق تعزيز إستخراج النفط ، أو الحصول على كلوريد الأمونيوم.

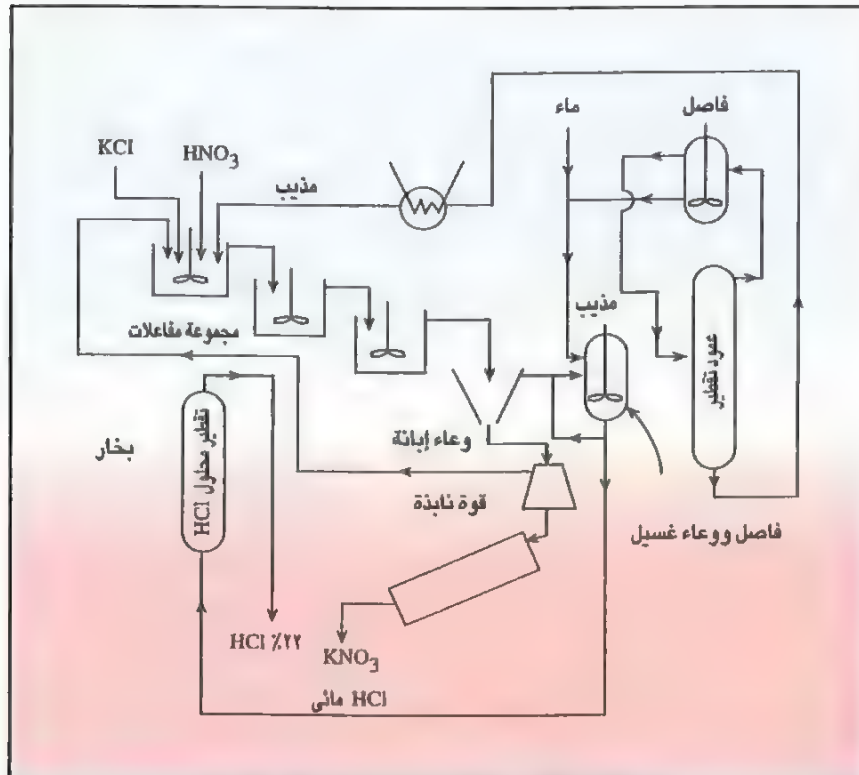
#### ● نترات البوتاسيوم

تتشكل نترات البوتاسيوم (KNO<sub>3</sub>) على شكل حبيبات أو مسحوق أبيض يعرف بملح بيتر (Salt Peter) يحتوي هذا الملح على ١٣٪ نيتروجين ، و ٤٤٪ أكسيد البوتاسيوم (K<sub>2</sub>O) ، ويتم الحصول على نترات البوتاسيوم بواسطة الطرق التالية :

● طريقة (Southwest Potash Process) : ويتم بتفاعل كلوريد البوتاسيوم مع حامض النيتروجين (بنسبة ٦٥٪) الذي يتم تبريده لمنع تفاعله مع كلوريد البوتاسيوم أثناء إدخال المزيج في برج التفاعل ، وهو عبارة عن أوتوكلاف مصنوع من التيتانيوم ومبطّن بالأجر المقاوم للأحماض عند درجة حرارة ٧٥ °C وضغط ١٧٦ ر.كجم/سم<sup>٢</sup> وفق المعادلة التالية :



يخرج المزيج من برج التفاعل إلى برج آخر لنزع الكلور حيث يسخن مع كمية



● شكل (٤) طريقة IMI لصناعة نترات البوتاسيوم .

# الغازات الصناعية



أ. حامد بن عودة المقرن

وفرة ، حيث يمثل ٩٢٪ من العدد الإجمالي لذرات العناصر الموجودة فيه ، كما يمثل ٧٦٪ من كتلة الكون .

اشتق اسم هذا الغاز أصلاً من الكلمتين الإغريقيتين (Hydro+gen) وهي بمعنى مولد الماء (Water Generator) حيث يتم توليد الماء عن طريق حرق الهيدروجين . يعد عنصر الهيدروجين في حالته النقية غازاً عديم اللون والطعم والرائحة ، كما أنه شديد الاحتراق والانفجار . وهو من أخف العناصر في الكون، جدول ( ٢ ) ، حيث تحتوي نواة ذرته على بروتون وحيد يمثل الشحنة الموجبة ، ويدور حولها إلكترونات واحد أو شحنة سالبة ، ورغم بساطة هذه الذرة فإن لها نظائر مشعة عديدة التطبيقات ، فعلى سبيل المثال يتحد نظير الديوتيريوم (Deuterium) -

تحتوي نواته على بروتون ونيوترون - ومع الأكسجين ويكون الماء الثقيل، وهو أثقل من الماء العادي ، وله تطبيقات عديدة في مجال الفيزياء النووية . يوجد هذا النظير في الطبيعة بنسبة حوالى واحد لكل ٦٥٠٠ ذرة هيدروجين . وقد اكتشف في عام ١٩٣٢م على يد العالم هارولد يوري ( Harold Urey ) . أما عندما تحتوي نواة الهيدروجين على نيوترونين وبروتون واحد فإنها تولد نظير التريتيوم ( Tritium ) وهو أثقل من الهيدروجين بثلاث مرات .

يتواجد الهيدروجين على الأرض بشكل أساس في جزيء الماء متحداً مع الأكسجين، ويمكن فصله بإمرار بخار الماء فوق كربون ساخن ، أو بواسطة التحليل الكهربائي للماء ، أو عن طريق الإحلال ( Displacement ) في الأحماض ، وكذلك عن طريق تأثير عدد من الهيدروكسيدات على الألمنيوم .

ويعد إنتاج الهيدروجين باستخدام الطاقة الشمسية من أهم التقنيات الحديثة للحصول على طاقة هيدروجينية نظيفة ، ويتم في هذه التقنية تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية باستخدام الخلايا الكهروضوئية ، ثم بعد ذلك تستخدم الطاقة المنتجة لتحليل الماء إلى مكوناته الأساس (هيدروجين وأكسجين) بواسطة نظم التحليل الكهروكيميائي ، أو ما يسمى بالمحلات الكهروليتيه . مما يجدر ذكره أن هذه التقنية إكتسبت أهمية كبرى في المملكة، حيث تقوم مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم

تلب الغازات الصناعية دوراً هاماً في حياتنا اليومية ، حيث أن بعضها مثل الأكسجين والنيتروجين والهيدروجين ، على سبيل المثال تعد مواد أساسية للكثير من الصناعات الكيميائية والبتروكيميائية . يحتاج تصنيع هذه الغازات إلى استخدام تقنيات حديثة ، مثل الإسالة التي تتم تحت درجات حرارة شديدة الانخفاض وضغوط عالية ، وتعمل هذه الطريقة على تسهيل عملية تحميل الغازات داخل أسطوانة محدودة الحجم ، وشحنها ونقلها واستخدامها . فعلى سبيل المثال لتحميل حجم من غاز الأكسجين مقداره ١٢٦ م<sup>٣</sup> عند درجة حرارة وضغط عاديين ، فإنه يكفي إسالة هذا الغاز ليصل إلى سائل ذي كتلة ١٦٩ كجم ليوضع في أسطوانة واحدة فقط زنتها ١١٣ كجم.

ينتج عنها طاقة هائلة ترسل إلى الأرض على هيئة حرارة وضوء وبعض الإشعاعات . فبدون غاز الهيدروجين الموجود في الشمس فإنها لاتستطيع أن تولد طاقة كافية للحياة على سطح الأرض . وعلى مستوى الكون إجمالاً يعد عنصر الهيدروجين أكثر العناصر

ولاهمية هذه الغازات في حياتنا اليومية فقد شجعت حكومة المملكة القطاع الخاص على هذه الصناعة ، حيث يوجد أكثر من عشرين مصنعاً موزعة في مناطق المملكة تنتج أنواعاً مختلفة من الغازات الصناعية تشمل على غاز النيتروجين ، والأكسجين ، والأرجون ، والهيدروجين ، وثاني أكسيد الكربون ، والنشادر . ويوضح جدول (١) الطاقة الإنتاجية السنوية لبعض المصانع في مدينة الرياض لعام ١٤١٦هـ .

لسهولة التطرق لهذا الموضوع فإنه سوف يتم استعراض كل غاز صناعي على حده من حيث خواصه الطبيعية والكيميائية وطرق التصنيع واستخداماته وبعض المعلومات العامة الأخرى وذلك كمايلي :

## غاز الهيدروجين

يمثل غاز الهيدروجين ( H<sub>2</sub> ) المكون الأساسي لعظم النجوم بما فيها الشمس ، حيث ينتج الضوء والحرارة عن عملية الاندماج النووي لنظائر الهيدروجين ، مما

الطاقة الإنتاجية / سنة			
الغاز	اسطوانة	لتر	طن
أكسجين	٧٨٥٠٠٠	٥٠٠٠٠٠	٠٠
استيلين	١٩٣٥٠٠	٠٠	٠٠
نيتروجين	٠٠	٦٠٠٠٠٠	٠٠
ثلج جاف (Dry CO <sub>2</sub> )	٠٠	٠٠	٧٣٠
غاز (CO <sub>2</sub> )	٠٠	٠٠	٢٠٠٠
أرجون	٠٠	٠٠	٦٠٠

● جدول (١) الطاقة الإنتاجية السنوية لبعض الغازات الصناعية بمدينة الرياض .



## الغازات الصناعية

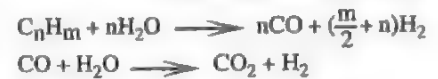
رمز الغاز	H	O	N	He	Ne	Ar	Kr	Xe
العدد الذري	١	٨	٧	٢	١٠	١٨	٣٦	٥٤
الكتلة الذرية	١,٠٠٧٩	١٥,٩٩٩٤	١٤,٠٠٦٧	٤,٠٠٢٦	٢٠,١٧٩	٣٩,٩٤٨	٨٣,٨٠	١٣١,٢٩
مجموعة في الجدول الدوري	الأولى	السادسة	الخامسة	الثامنة	الثامنة	الثامنة	الثامنة	الثامنة
كثافته (جم/لتر)	٠,٠٨٩٨٨	١,٤٢٩	٠,٨٠٨	٠,١٧٨٥	٠,٨٩٩٩	١,٧٨٤	٣,٧٢٣	-
درجة الغليان (م°)	٢٥٢,٨٧-	١٨٣-	١٩٥,٨-	٢٦٢,٩-	٢٤٦,٠٨-	١٨٥,٧-	١٥٣,٣٥	١١١,٤-
درجة الغليان (م°)	٢٥٩,١٤-	٢١٨,٤-	٢٠٩,٨٦	٢٧٢,٢-	٢٤٨,٦٧-	١٨٩,٢-	١٥٦,٦-	١١١,٩-

● جدول (٢) الخواص الفيزيائية لبعض الغازات الصناعية .

والتقنية ضمن برنامج (Hysolar) بإنتاج غازي الهيدروجين والأكسجين، حيث يعد الغاز الأول مصدراً هاماً للطاقة النظيفة يمكن استخدامها في مجالات عديدة مثل الطهي والتبريد وكوقود للسيارات وغيرها.

كذلك يمكن إنتاج

الهيدروجين من المواد الهيدروكربونية من خلال عمليات التفكك الحراري للغاز الطبيعي، أو من خلال إعادة التشكيل البخاري للهيدروكربونات (Steam Reforming of Hydrocarbons) بوجود مادة محفزة (Catalyst) ودرجة حرارة عالية، وفق التفاعلين التاليين:



يستخدم الهيدروجين في صناعة السمن، وذلك عن طريق هدرجة (Hydrogenation) المركبات العضوية، وفي إنتاج اللهب ذي الحرارة العالية المستخدم في أعمال اللحام، وكوقود للصواريخ، كما أنه مقترح كوقود للسيارات فضلاً عن استخداماته في تصنيع النشادر والميثانول، وفي عملية نزع الكبريت من المشتقات النفطية، وغيرها من الصناعات الأخرى.

## الأكسجين

يعد عنصر الأكسجين ( $O_2$ ) من أكثر العناصر وفرة في القشرة الأرضية (Earth's Crust) حيث تصل نسبته إلى ٥٠٪ وزناً، كما يشكل حوالي ٢١٪ من حجم الغلاف الجوي. يتحد الأكسجين مع غاز الهيدروجين ليكون الماء، كما يتحد مع العديد من العناصر لتكوين المركبات الكيميائية، إضافة إلى أن وجوده على الأرض مهم جداً لحياة الكائنات الحية. ويوجد هذا الغاز على سطح الأرض على هيئة الجزيئية ( $O_2$ ) المكونة من ذرتي أكسجين متحدتين مع بعضهما. وفي الطبقات العليا من الغلاف الجوي (طبقة الاستراتوسفير) يتحد جزيء الأكسجين ( $O_2$ ) - بفعل الحرارة فوق البنفسجية - مع ذرة أكسجين ( $O$ ) ليشكل غلاًفاً من جزيئات الأوزون ( $O_3$ ).

والتكرير (Rectification)، وتتراوح أحجام وحدات الفصل بين وحدات تبريد صغيرة تنتج أقل من طن واحد باليوم إلى وحدات عملاقة تنتج أكثر من ١٨٠٠ طن يومياً، وينتج الأكسجين بنقاوات مختلفة، فمنها المنخفضة التي تتراوح بين ٩٥-٩٩٪، حيث يتضمن الأكسجين بعض الشوائب، والتي يكون معظمها غاز الأرجون، ونسباً شحيحة جداً من بعض الغازات التي تشتمل على بعض الهيدروكربونات وثنائي أكسيد الكربون.

## النيتروجين

يشكل النيتروجين ( $N_2$ ) حوالي ٨٠٪ من الغلاف الجوي، وهو بشكل عام غاز غير نشط كيميائياً، إلا أنه يشكل بعض المركبات الكيميائية النشطة والهامة مثل البيروتين، الذي هو عبارة عن مركبات نيتروجينية مرتبطة مع بعضها البعض. وتتمثل أهمية النيتروجين طبيعياً في دخوله في نمو الخلايا في النباتات، حيث يتفاعل مع الأكسجين بوجود مصدر طاقة ضوئي ليشكل أول أكسيد النيتروجين - ( $Nitric\ Oxide - NO$ ) والذي يتحول بدوره إلى ثاني أكسيد النيتروجين ( $Nitrogen\ Dioxide - NO_2$ ) عند التبريد، يذوب ثاني أكسيد النيتروجين في الماء مكوناً حامض النيتروجين ( $Nitric\ Acid - HNO_3$ )، وعند تخفيف هذا الحامض فإنه يتفاعل مع المواد غير العضوية، أو بالأصح المواد الفلزية في التربة ليعطي النترات ( $Nitrates$ ) التي تعد من المركبات المهمة لنمو النبات.

يتصف هذا العنصر بأنه غاز عديم اللون والطعم والرائحة عند درجات الحرارة العادية. إلا أنه يتحول إلى سائل عند درجة حرارة أقل من ١٩٥,٨ م° ويتجمد عند حرارة ٢٠٩,٩ م°، جدول (٢)، وتتراوح أعداد التكافؤ للنيتروجين بين واحد إلى

يتميز الأوزون بكونه أزرق ومتفجر وسام حتى عند التراكيز المنخفضة ولكنه يحمي سطح الأرض من الإشعاعات فوق البنفسجية الخطرة القادمة من الشمس.

أشتق الأكسجين من الكلمتين الإغريقتين (Oxys) بمعنى حامض والكلمة (Gene) بمعنى مولد، أي مولد الحامض (Acid Forming)، وهو غاز غير فلزي عديم اللون والطعم والرائحة، كما أنه يتحول إلى سائل أزرق باهت عند درجة حرارة أقل من ١٨٣ م°، ويصبح صلباً عند درجة حرارة أقل من ٢١٨ م°، ويوضح جدول (٢) بعض الصفات الفيزيائية للغاز، أما الصفات الكيميائية فمن أهمها أنه غاز نشط كيميائياً، حيث يتفاعل ويؤكسد معظم العناصر ليكون الآلاف من المركبات الكيميائية. ومن أشهرها تفاعله مع الحديد ليكون أكسيد الحديد ( $Fe_2O_3$ ) المعروف بالصدأ.

ونتيجة لنشاط الأكسجين الشديد فإن استخداماته في الصناعة كثيرة، منها استخدامه بشكل رئيس في المواقف المفتوحة في مصانع الحديد، كما يستخدم في الكثير من التطبيقات الصناعية مثل صناعة الأمونيا والميثانول والأكسدة الجزيئية للهيدروكربونات. كما أن الأكسجين يستخدم بكميات كبيرة في عمليات إطلاق صواريخ المركبات الفضائية حيث وصل استهلاك هذه العمليات إلى ١٥ × ١٠ كجم من سائل الأكسجين.

ونظراً لأهمية هذا الغاز في جميع المجالات الطبية والصناعية فإنه ينتج بكميات كبيرة. فعلى سبيل المثال وصل إنتاجه في الولايات المتحدة عام ١٩٨١ م إلى ١٧٥ × ١٠ م³.

ومن أهم الطرق الصناعية لإنتاج هذا الغاز بكميات كبيرة وفعالة عن طريق وحدات الهواء من خلال عملية التسييل (Liquefaction)

يدخل هذا الغاز في تطبيقات عدة من أهمها الصناعات البتروكيميائية ، حيث يعد مادة أساسية في إنتاج الميثانول وأنواع أخرى من الكحولات (Alcohols) ، كما يستخدم في صناعة مواد مختزلة (Reducing agent) في العمليات الزراعية ، وفي فصل الحديد في الأفـران (Blast Furnace) ، وكمادة مثبته (Constituent) للوقود الرخيص مثل غاز الماء (Water gas) ، ومن التطبيقات الأخرى لغاز أول أكسيد الكربون إنتاج ثنائي أيزوسيانات وأكريلات الايثيل .

### الغازات الخاملة

يتكون معظم الغلاف الجوي من الأكسجين والنيتروجين ، أما الباقي فهو عبارة عن ١٪ من غاز الأرجون ونسباً بسيطة من بعض الغازات الأخرى مثل النيون (Neon) والكريبتون (Krypton) والزينون (Xenon) ، وهذه الغازات بالإضافة إلى غازي الهيليوم (Helium) والرادون (Radon) تندرج تحت ما يسمى بالغازات الخاملة (Inert gases) أو الغازات النبيلة (Noble gases) ، وقد أطلق هذا الاسم لعدم نشاطها كيميائياً ، وعدم قدرتها على إحداث أي تفاعل كيميائي . ويرجع ذلك إلى استقرارها من ناحية التركيب الإلكتروني ، إذ أن جميع الأغلفة الإلكترونية الخارجية لذراتها ممتلئة بثمانية إلكترونات ، ويعد هذا المفهوم (الغازات الخاملة) في الوقت الحالي خاطئاً ، حيث أستخدم غاز الزينون متحداً مع الفلورين في عام ١٩٦٢ م ، ومنذ ذلك الحين أستخدم الأرجون والكريبتون والرادون مع الفلورين أيضاً .

وبشكل عام تعد الغازات الخاملة منتج ثانوي لعملية التكرير وفصل الهواء ، ويمكن استعراض أنواعها وطرق تصنيعها واستخداماتها الصناعية فيما يلي :

#### ● غاز الهيليوم

أنت تسمية هذا الغاز بالهيليوم (He) أصلاً من الكلمة اليونانية (Helios) أي بمعنى الشمس ، حيث يتواجد هذا الغاز بكثرة .

ويعد الهيليوم غاز عديم اللون والطعم والرائحة ، كما أنه خامل كيميائياً ،



ويعد غاز ثاني أكسيد الكربون من الأكاسيد الحمضية ، حيث يذوب قليلاً في الماء ليعطي محلول حامض الكربونيك (Carbonic acid) كما في المعادلة التالية :



كما أنه يكون أملاحاً عند تفاعله مع القواعد ، كما في المعادلة التالية :



وعند تفاعل الغاز مع محلول هيدروكسيد الكالسيوم ينتج راسباً أبيضاً من كربونات الكالسيوم ، حيث يستخدم هذا التفاعل في الكشف عن ثاني أكسيد الكربون .



كذلك يستخدم هذا الغاز كحامل للمغنيسيوم في طفايات الحريق ، كما في المعادلة التالية :



### أول أكسيد الكربون

يعد غاز أول أكسيد الكربون (CO) أحد المكونات الرئيسية لغاز الاصطناع (Synthesis Gas) . وينتج هذا الغاز بنقاوة عالية مع الهيدروجين كمنتج ثانوي عن طريق عمليات تبريد شديدة (Cryogenic Procedures) ، وأبسط طريقة لتحضيره هي حرق أو أكسدة الكربون في وجود كمية محدودة من الهواء ، كما في المعادلة التالية :



أما عند احتراق هذا الغاز في الهواء فإنه يحترق بلهب أزرق وهاج (Luminous Blue Flame) ليكون ثاني أكسيد الكربون كما في المعادلة التالية :



ومن خواص أول أكسيد الكربون أنه غاز سام جداً عديم اللون والطعم والرائحة ، وتكمن سميته في أنه يكون مركبات ثابتة مع مادة الهيموجلوبين الناقلة للأكسجين في الدم مما يمنعها من نقل الأكسجين إلى أنسجة الجسم مسبباً تسمماً ، ومما يجدر ذكره أن عوادم السيارات تنفث كميات كبيرة من هذا الغاز مسببة مشاكل بيئية خطيرة .

خمس ، ويتضح هذا من التركيب الكيميائي لبعض مركباته مثل: أكسيد النيتروز (Nitrous Oxide - N<sub>2</sub>O) وأول أكسيد النيتروجين (Nitric Oxide-NO) ، وثالث أكسيد النيتروجين (Nitrogen Trioxide-N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ، ثاني أكسيد النيتروجين (Nitrogen Dioxide -NO<sub>2</sub>) وخماسي أكسيد النيتروجين (Nitrogen Pentoxide- N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ، وفي أغلب الحالات فإن مركبات النيتروجين تكون ذات تكافؤ ثلاثي أو خماسي .

ينتج النيتروجين بكميات كبيرة جداً بأسالة وتكرير الهواء ، ويدخل في استخدامات كثيرة جداً منها : صناعة النشادر (NH<sub>3</sub>) وكغطاء غازي لمنع الأكسجين من الدخول في التفاعل ، وفي عمليات البلمرة . وفي الكثير من التطبيقات البتروكيميائية كغاز مخفف حامل (Carrier Gas) للمواد المتفاعلة دون الدخول في التفاعل .

### ثاني أكسيد الكربون

غاز ثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>) عديم اللون والطعم والرائحة ، وقليل الذوبان في الماء وهو أكثر كثافة من الهواء ، جدول (٢) . يستخدم هذا الغاز على هيئته الصلبة في التلجيات والآيس كريم ، واللحوم والأطعمة المثلجة ، إضافة إلى استخداماته الهامة في المشروبات الغازية (Carbonated Beverages) ، كما أنه مهم في طفايات الحريق .

يستخدم ثاني أكسيد الكربون سواء كان غازياً أو سائلاً أو صلباً في العديد من الصناعات الكيميائية والبتروكيميائية فعلى سبيل المثال يستخدم في عمليات تعزيز استخراج النفط والتبريد والمشروبات الغازية ، إضافة إلى بعض الاستخدامات الأخرى المتفرقة .

ويحضر هذا الغاز عن طريق الأكسدة الكلية للكربون ، حيث يتأكسد الكربون أو المركبات المحتوية على ذرة الكربون بشكل كلي عند احتراقه في الهواء الطلق مطلقاً غاز ثاني أكسيد الكربون ، كما في المعادلة التالية :



كما يمكن إنتاجه عند إضافة الأحماض إلى المواد الكربونية مع التسخين .



حرارة عالية ، يجفف الغاز من بخار الماء الناتج في وحدات تجفيف خاصة ، كما تتم إزالة النيتروجين بواسطة التقطير بالتبريد للحصول على الأرجون بنقاوة ٩٩.٩٩٪ . يستخدم الأرغون في الصناعات التعدينية ، فمثلاً يستخدم كغطاء واق من الأكسجين عند لحام المعادن مثل الألمنيوم والستانلس ستيل ، وفي تقنية المعادن مثل: الزركونيوم ، والتيتانيوم ، وعدة خلاطات معدنية أخرى ، كما يستخدم في المصابيح الضوئية .

### ● النيون

اكتشف غاز النيون (Ne) عام ١٨٩٤م ، وهو غاز خامل لا يتفاعل ولا يكون أي مركب ، كما أنه عديم اللون والطعم والرائحة ، وهو أخف من الهواء ، جدول (٢) ، يوجد هذا الغاز بكميات قليلة في الغلاف الجوي للأرض ، وفي صخور قشرة الأرض ، وهو يستخدم في مصابيح الفلورسنت (Fluorescent Lamps) واللوحات الضوئية الكهربائية حيث يعطي لونا أحمر .

### ● الكريبتون

يوجد القليل من غاز الكريبتون (Kr) في الغاز الطبيعي وفي البراكين ، ولكن معظم وجوده يكون في الغلاف الجوي للأرض ، وهو من الغازات النادرة (Rare gas) ، ويستخدم في مصابيح الفلورسنت وفلاشات الكاميرات ، وذلك لما يتميز به من سرعة عالية للأضاءة تساعد على التصوير الفوتوغرافي ، ويتميز هذا الغاز ، إضافة إلى صفاته الفيزيائية الموضحة في الجدول (٢) ، بأنه عديم اللون والطعم والرائحة ، كما أنه يشكل عدداً قليلاً من المركبات الكيميائية .

### ● الزينون

يعد غاز الزينون (Xe) من أول الغازات النبيلة التي وجد أنها تولد مركبات كيميائية ، حيث كان سائداً ولزمن طويل بأن هذا الغاز غير نشط كيميائياً ، ولكن عرف عنه إمكانية اتحاده مع بعض المركبات ، ومن أشهرها الفلورين (Fluorin) ، إضافة إلى صفاته الفيزيائية الموضحة في الجدول (٢) فإنه عديم اللون والطعم والرائحة ويتميز بالندرة في وجوده في الهواء ، حيث يمثل مانسبته جزء واحد إلى عشرين مليون جزء يستخدم هذا الغاز في عدة تطبيقات خاصة في مجال المصابيح والليزر .

درجة حرارة -١٥٦م بواسطة التبادل الحراري مع الهيليوم الخام والغاز الطبيعي المستنزف ، ويتم تمدد التيار المبرد في عمود قاصل ، حيث يتم تسهيل الغاز الطبيعي وفصله ، وذلك بواسطة مبردات حلزونية يمر فيها نيتروجين بارد تحت ضغط منخفض ويكون الغاز المتبقى عبارة عن ٧٥٪ هيليوم و ٢٥٪ نيتروجين .

ولتنتقية غاز الهيليوم يتم أولاً فصل آثار الهيدروجين في مفاعل مع كمية صغيرة من الهواء ، حيث يتم أكسدته إلى ماء فوق محفز من البلاتين ، أما النيتروجين فيتم فصله بالتبريد إلى درجة حرارة أقل من -١٩٣م ، ويتم تنقيته من الشوائب الأخرى بواسطة الامتزاز في وحدات خاصة .

ينتج الهيليوم في معظم الوحدات بدرجة غليان -٢٦٨.٩م تحت ضغط (جوي واحد) بالمقارنة مع الهيدروجين الذي يغلي عند درجة حرارة -٢٥٢م .

### ● الأرجون

يعد غاز الأرجون (Ar) أحد الغازات الخاملة حيث كان يعتقد -ولزمن طويل- بأنه غير نشط كيميائياً ، ولا يتفاعل مع المواد الأخرى ، ولكن المؤشرات الآن توضح إمكانية اتحاده مع مركب فلوريد البورون (Boron Fluoride) ليكون مركبات كيميائية .

يوجد الأرجون طبيعياً في الصخور ويشكل ١.٣٪ من وزن الغلاف الجوي ، وقد تم فصله أول مرة عام ١٨٩٤م ، عن طريق فصل الأكسجين والنيتروجين كيميائياً من الهواء

يتم تحضير غاز الأرجون وكذلك النيون والكريبتون والزينون تجارياً كمنتجات ثانوية من وحدات فصل الهواء بالتبريد ، ويتم تقطير الهواء باستخدام أعمدة وأبراج مضاعفة خاصة ، ويتم بعد ذلك فصل الغازات النادرة عن طريق عمود في جانب الوحدة ، يتم فصل الأرجون لأنه يغلي عند درجة أقل بقليل من درجة حرارة غليان الأكسجين ، وبعد ذلك يسحب الأرجون من الطرف العلوي للعمود عند نقطة أعلى من مستوى منتج الأكسجين ، ويتم تنقية الأرجون الخام من الشوائب ، مثل الأكسجين والنيتروجين في وحدات خاصة ، وتتم إزالة الأكسجين على هيئة بخار ماء بإضافة الهيدروجين مع مادة محفزة عند درجة

أي أنه لا يحترق ولا يساعد على الاحتراق أو التفاعل مع المواد الأخرى . يتصف غاز الهيليوم أن درجة غليانه أقل من درجة غليان أي غاز خامل آخر ، كما هو واضح من جدول (٢) ، كما يعد من أخف الغازات المعروفة بعد الهيدروجين ، وثاني أكثر الغازات وفرة في الكون . يوجد غاز الهيليوم بوفرة كبيرة جداً في النجوم ، ويعود ذلك إلى الاندماج النووي للهيدروجين ، إلا أن وجوده في الغلاف الجوي للأرض قليل حيث يصل إلى حوالي جزء واحد لكل ١٨٦.٠٠٠ جزء . بسبب أن الجاذبية الأرضية لهذا الغاز ليست قوية بما فيه الكفاية لإعاقة إنفلاته التدريجي باتجاه الفضاء . ويعود السبب في وجود الهيليوم في الغلاف الجوي الأرضي نتيجة للتفكك التلقائي لبعض النظائر المشعة الثقيلة مع إصدار جسيمات ألفا التي تتحول إلى غاز الهيليوم .

شهد منتصف ١٩٦٠م زيادة كبيرة في استهلاك الهيليوم ، وذلك لاستخدامه في برامج الفضاء ، حيث قفز الاستهلاك السنوي من ٢٧٨.٠×٣م إلى ٢٦٩.٠×٣م في عام ١٩٦٦م ، و ١٨.٠×٣م في نهاية عام ١٩٨٥م وإلى ٢٤.٠×٣م في عام ١٩٩٠م ، كما يستخدم الهيليوم في الكثير من التطبيقات البحثية ، وذلك راجع لعدم نشاط هذا الغاز ، حيث يستخدم كغاز خامل أو ناقل (Carrier gas) للمواد الداخلة في التفاعل الكيميائي ، كما أن درجة غليانه قريبة جداً من درجة الصفر المطلق ، ولهذا السبب فإنه يستخدم وعلى نطاق واسع في الأبحاث التي تجرى عند درجات الحرارة المنخفضة .

يستخلص غاز الهيليوم من الغاز الطبيعي والحقول الغازية حيث تبلغ نسبته ٢٪ ، وتتلخص عملية الاستخلاص بإدخال الغاز تحت ضغط منخفض (٠.٣ إلى ٠.٥ ضغط جوي) وينزع منه الماء والمركبات الهيدروكربونية القابلة للتكثف ، ومن ثم يمرر في جهاز تنقية لإزالة القبار ، وبعد ذلك يمرر إلى أبراج الامتصاص لإزالة غاز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> بواسطة محلول من أحادي إيثانول أمين (MEA) وثنائي إيثيلين جليكول ، وأخيراً يمرر في طبقة من البوكسيت . وللفصل الهيليوم الخام يدخل الغاز المنقى إلى وحدات خاصة ويبرد إلى

## السيلينيوم لمقاومة السرطان

على الرغم من إشارة الكثير من المراكز الطبية إلى فائدة عنصر السيلينيوم - لكن بكميات أقل من الجرعة السامة - في مقاومة سرطان الجلد ، إلا أن دراسة حديثة أشارت إلى امتداد آثاره الإيجابية في التصدي لأنواع السرطانات الأخرى ، حيث إتضح أن الأشخاص الذين تناولوا كمية السيلينيوم المقررة يومياً لديهم قابلية أقل للإصابة بالسرطانات الأخرى - سرطان الرئة ، والقولون ، والمستقيم ، والبروستات - مقارنة بالأشخاص الذين لم يتناولوه .

وقد استغرق إخضاع المتبرعين المذكورين للتجربة لفترة أربع سنوات ونصف وتم مقارنة حالتهم بمتبرعين أصحاء تناولوا جرعات تموهية ، كما تم متابعة حالة مجموعتي المتبرعين المذكورين لست سنوات إضافية .

وفي يناير ١٩٩٦م ظهرت حالات جديدة للإصابة بسرطان الجلد في مجموعتي المتبرعين - الخاضعين وغير الخاضعين للسيلينيوم - تقدر بحوالي ٢٠٠ حالة .

وقد أظهرت الدراسة أن الذين أصيبوا بالسرطان أقل كثيراً في مجموعة الخاضعين للسيلينيوم مقارنة لغير الخاضعين له ، فمثلاً قلت نسبة المصابين بسرطان البروستات ، وسرطان المستقيم ، وسرطان الرئة بحوالي ٦٣٪ و ٥٨٪ و ٤٦٪ على التوالي في الأشخاص الخاضعين للسيلينيوم مقارنة بغير الخاضعين له ، مما جعل فريق البحث يوصي مجموعة الدراسة التي لم تتناول السيلينيوم مع غذائها بضرورة البدء في تناوله .

ويجدر جراهام كولدتز (Graham Colditz) من جامعة هارفارد الطبية وجوب إجراء دراسات مكثفة للتأكيد على دور السيلينيوم في مقاومة السرطان قبل التوصية بالتوسع في استخدامه كمادة إضافية للغذاء .

المصدر

Science News, Vol. 151, Jan. 1th 1997, P. 6.

وفضلاً عن ذلك فإن تناول السيلينيوم قد قلل من معدل الوفيات بسبب هذه الأنواع من السرطانات إلى ٥٠٪ .

ويذكر لاري كلارك (Larry C. Clark) بكلية طب أريزونا ورئيس فريق الدراسة المذكورة أن هذه هي الدراسة الأولى التي توضح فائدة مضافات التغذية - مثل السيلينيوم - التي تسود في الغرب الأمريكي في خفض معدلات الوفاة بسبب السرطان ، مما يفتح عهداً جديداً في التخلص من السرطان .

وقد أشارت تجارب صغيرة - سابقة للدراسة المذكورة - أن الأشخاص الذين يقل تركيز السيلينيوم عندهم عن المعدل المألوف أكثر عرضة للإصابة بسرطان الجلد ، وأن نسبة وفاة المواطنين بسبب العديد من السرطانات تقل كثيراً في أقاليم الولايات المتحدة الغنية بعنصر السيلينيوم كمضاف غذائي مقارنة بالأقاليم الشحيحة في هذا العنصر .

وعلى ضوء نتائج التجارب الصغيرة المذكورة قام فريق كلارك بدراسة أثر إضافة ٢٠٠ ميكروجرام من السيلينيوم يومياً على متبرعين من مرضى سرطان الجلد في الفترة بين ١٩٨٢م ، ١٩٩١م ، وتعادل هذه الجرعة حوالي ثلاثة أضعاف كمية السيلينيوم المسموح بتناولها يومياً مع الغذاء ، ولكن أقل كثيراً من الجرعة المسببة للتسمم .

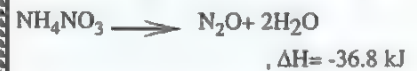
### ● ثاني أكسيد الكبريت

تتكون كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO<sub>2</sub>) وتنطلق في الهواء خلال عملية إحترق الوقود المحتوي على الكبريت مسببة تلوثاً بيئياً . يتحول غاز ثاني أكسيد الكبريت في الغلاف الجوي إلى ثالث أكسيد الكبريت (SO<sub>3</sub>) ، الذي يمتز بواسطة بخار الماء في طبقات الجوا العليا ، وعند سقوط الأمطار أو الثلوج تتساقط الأحماض إلى الأرض مسببة أمطاراً حمضية تؤدي إلى زيادة حمضية التربة والبحيرات والأنهار ومهددة النباتات والكائنات الحية التي تعيش بها ، فضلاً عن مشاكل بيئية كبيرة على المباني والصحة العامة ، يتميز ثاني أكسيد الكبريت بأنه ثقيل وعديم اللون وسام . ويوجد طبيعياً في أبخرة البراكين .

يحضر ثاني أكسيد الكبريت صناعياً عن طريق حرق الكبريت ، أو بعض المركبات الكبريتية مباشرة ، كما أنه يحضر على مستوى إقتصادي وبنقاوة جيدة لا تتجاوز نسبة الشوائب فيه إلى ٠.٥٪ ، وهي نسبة غير مؤثرة على معظم تطبيقاته . أما المصنف الآخر من هذا الغاز فهو ذو نقاوة عالية ، حيث يحتوي على أقل من ٥٠ جزء من المليون من الشوائب ، وهو يستخدم في إزالة الكلور الزائد في المياه وفي تطبيقات التبريد فضلاً عن أنه مادة أساسية في تحضير حامض الكبريت (Sulphuric acid) وبعض المركبات المحتوية على الكبريت .

### أكسيد النتروز

يستخدم أكسيد النتروز (N<sub>2</sub>O) كمخدر ، حيث يمزج عادة مع الأكسجين ، ويحضر هذا الغاز بشكل عام عن طريق تسخين نترات الأمونيوم (Ammonium Nitrate) ذات النقاوة العالية إلى درجة حرارة ٢٠٠م كما في المعادلة التالية :



تتضمن عمليات تنقية الغاز معالجته بمحلول هيدروكسيد الصوديوم لإزالة حامض النيتروجين مع ثنائي الكرومات لإزالة أكسيد النيتروجين ، يباع الغاز في اسطوانات فولاذية على شكل سائل تحت الضغط الجوي الواحد .





# كتب صدرت حديثاً

المسؤولون عن إدارة الشبكة ، والوظائف المطلوبة لإدارة الشبكة .

## النباتات المستخدمة في الطب الشعبي السعودي

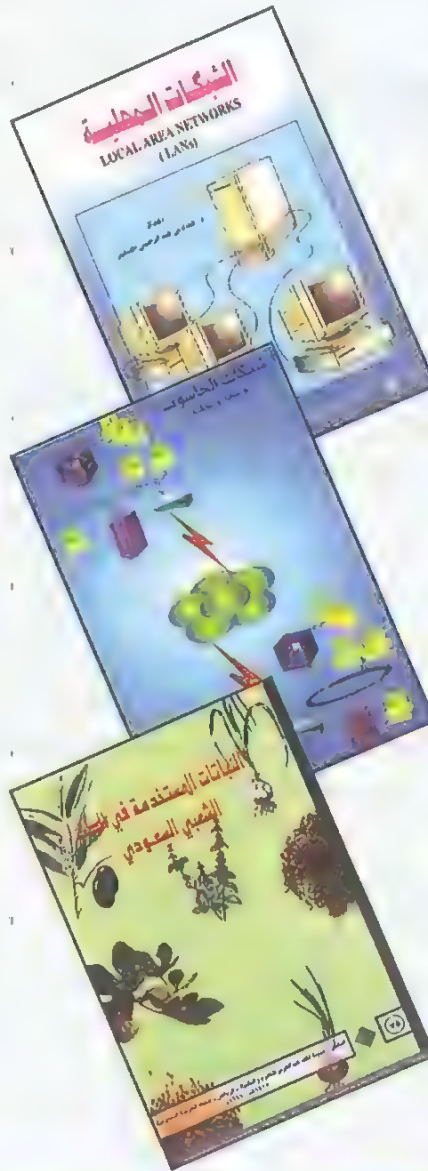
قامت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية عام ١٤٠٧ هـ ، بإصدار الطبعة الأولى من هذا الكتاب تحت عنوان " النباتات المستخدمة في الطب الشعبي المستعملة في الطب الشعبي " ، [لأنه نظراً لأهمية هذا الموضوع ، واستمراراً لجهود المدينة في نشر النتائج العلمية بصورة أفضل ، فقد قامت المدينة بأعادة إصداره عام ١٤١٧ هـ تحت مسمى " النباتات المستخدمة في الطب الشعبي السعودي " وذلك بغد تنقيحه ، وإدخال البيانات والإضافات العلمية والصور الحقلية والمعشبية التي لا يحتويها الكتاب في طبعته الأولى .

يقع الكتاب في ٣٥٤ صفحة من القطع المتوسط ، مقسمة إلى تقديم لمعالي الدكتور صالح بن عبدالرحمن الغزل رئيس مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ، ومقدمة للدكتور عبدالرحمن إبراهيم العبدالعالي المشرف على الإدارة العامة لبرامج المنح بالمدينة ، وسرداً للنباتات المستخدمة في الطب الشعبي السعودي ، وقائمة بالمراجع العربية والأجنبية ، والاسماء العلمية والعربية للنباتات (لاتيني - عربي) .

يضم الكتاب ٣١٩ نباتاً تم ترتيبها أبجدياً من الألف إلى الياء ، وجاء وصفها متمثلاً في الاسماء الشائعة والذارجة لها - رتبت حسب الاسم العربي الأكثر شيوعاً - واسم العائلة ، والصفات الظاهرية (العينية) ، والوطن / أو مكان زراعته ، والجزء المستعمل من النبات ، وأهم المواد الفعالة التي يحتويها النبات ، وأهم الاستعمالات الطبية العلاجية ، بالإضافة إلى التحذيرات من خطورة النباتات التي عرف أن لها تأثيرات سامة أو ضارة . ومن أمثلة تلك النباتات الأراك ، والبصل ، والثوم ، والحدق ، والشيح ، والبابونج ، والحنظل ... وغيرها .

قام بتنقيح هذا الكتاب وتحرير مادته العلمية : د. / محمد أحمد الشنوافي بإدارة برامج المنح بالمدينة .

مرتبة على النحو التالي : الأجهزة المرتبطة بالشبكات الواسعة ، والنموذج المرجعي لتوصيل الأنظمة المفتوحة ، الوسائط الناقلة للبيانات ، وشبكات التبديل ، والمواصفات القياسية للشبكات الواسعة ، والعلاقة بين الشبكات المحلية والنموذج المرجعي لتوصيل الأنظمة المفتوحة ، والتوزيع الجغرافي للشبكات المحلية ، ووسائل النفاذ إلى الشبكة ، والمواصفات القياسية للشبكات المحلية ، والترابط في الشبكات المحلية ، والموظفون



## الشبكات المحلية

قامت بنشر هذا الكتاب مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بالرياض عام ١٤١٧ هـ / ١٩٩٦ م ، وهو من إعداد م / عماد بن عبد الرحمن الصغير - إدارة الشبكة الوطنية بالمدينة .

يقع الكتاب في ٥٩ صفحة من القطع المتوسط ، مقسمة إلى تقديم لسعادة الدكتور عبد الله بن أحمد الرشيد ، نائب رئيس مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية لدعم البحث العلمي ، ومقدمة للكاتب ، وسبعة موضوعات ، وخاتمة ، وقائمة بالأشكال والجداول ، وقائمة بالمراجع العربية والإعاجم والمراجع الأجنبية ، وينتهي الكتاب بشكر وتقدير للمدينة ، وبعض المختصين الذين ساعدوا الكاتب على الانتهاء من إعداد هذا الكتاب .

جاءت موضوعات الكتاب السبعة مرتبة على النحو التالي : تعريف الشبكات المحلية ، وتاريخ ظهور الشبكات المحلية ، والحاجة للشبكات المحلية ، والشبكات المحلية والحواسيب الكبيرة والحواسيب الصغيرة ، وبنية الشبكات المحلية ، واختيار الشبكة المحلية ، وتركيب الشبكات المحلية وإدارتها .

## شبكات الحاسوب الواسعة والمحلية

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤١٧ هـ ، وقام بتأليفه م / فهد بن ناصر بن إبراهيم الجديد .

جاء الكتاب في ٩٤ صفحة من القطع المتوسط مقسمة إلى تقديم للأستاذ الدكتور سعد الحاج بكري ، قسم الهندسة الكهربائية ، كلية الهندسة ، جامعة الملك سعود بالرياض ، ومقدمة للمؤلف ، ولمحة تاريخية عن شبكات الحاسوب ، وتعريف شبكة الحاسوب ، والتوقيت في شبكة الحاسوب ، والتغليف والتفكيك للبيانات ، والتشويش والأخطاء ، وقائمة بالمراجع العربية والأجنبية .

اشتملت أبواب الكتاب الثلاثة ( شبكات الحاسوب الواسعة ، وشبكات الحاسوب المحلية ، وإدارة الشبكة ) على إثني عشر فصلاً جاءت

# الفيزياء للأدباء

د . أسامة أحمد العاني



يعد كتاب الفيزياء للأدباء المؤلف بالعربية للأستاذ الجامعي الدكتور - خضر محمد عبدالرحمن الشيباني - الفيزيائي والأديب في آن واحد - من الكتب الفريدة من نوعها ، حيث استطاع المؤلف أن يستعرض الظواهر الفيزيائية وخاصة المعقدة بلغة جميلة وبتفسير فيزيائي مبسط مبتعداً عن البراهين والعلاقات الرياضية ، وذلك إلى شريحة واسعة من مجتمعنا العربي والإسلامي وهي فئة الأدباء ، وهذا الكتاب الجديد ينقل القارئ من الأدب إلى الفيزياء ومن الفيزياء إلى الأدب والإيمان بصورة مرنة جذابة .

الغلاف الجوي والنشرة الجوية وبعض الأمور البيئية وأهمها ثقب الأوزون .

يتناول الفصل الرابع فيزياء الحرارة ومقبرة الطاقة بدءاً من قانون حفظ الطاقة ، حيث يبين المؤلف أنه لا يمكن إيجاد الطاقة من العدم ، وأن مجموع كل أشكال الطاقة الناتجة عن آلة ما يجب أن يكون مساوياً تماماً لمجموع كل أشكال الطاقة الداخلة إليها . كما يشرح هذا الفصل مبدأ المحرك الحراري أو الآلة الحرارية التي تستخدم لإنتاج الحركة في القطارات والسيارات والطائرات والصواريخ ، وكذلك المفهوم المتقدم للآلات الحرارية المعروفة تحت مسمى محركات الاحتراق الداخلي ، وكتطبيق عليها يشرح المؤلف محرك السيارة الذي يقوم بتحويل الطاقة الكيميائية لوقود البنزين إلى شغل مفيد وفق أربع خطوات وهي : الشفط ، والضغط ، والإنفجار ، والتخلص من النواتج . واستطاع المؤلف أيضاً في هذا الفصل أن يربط مفهوم القانون الثاني للديناميكا الحرارية وكفاءة الطاقة الحرارية ، ومن هنا يمكن القول أن الحرارة هي مقبرة للطاقة ، فالحرارة هي الجزء الذي ينتج ويتبقى من تحولات الطاقة بدون إمكانية الاستفادة منه في أغراض إنتاجية ، وبالتالي فإن الفناء الحراري للكون أي توقف انتقال الحرارة هو أحد الاحتمالات

ويفتح الفصل الثاني نافذة على عالم نيوتن ، وعلم الحركة (الميكانيك) ، ونظرية الجاذبية وأهمية المنهج التجريبي في وضع القوانين والأنظمة ، كما يستعرض المؤلف أسماء بعض العلماء المسلمين الذين قدموا الكثير من هذه المعارف مثل الحسن بن الهيثم ، وأبو الريحان البيروني ، وأبو بكر الرازي وغيرهم ، وذلك من خلال إسهاماتهم الكبيرة في نقل وتطوير العلوم القديمة إلى أوروبا عبر بوابة الأندلس ومراكزها العلمية . كما يقدم المؤلف أمثلة نظرية وعملية عن حركة البالون والبخاخ (الرشاش) المائي الزراعي وحركة الصواريخ والطائرات النفاثة والأقمار الصناعية ، ثم يختتم المؤلف هذا الفصل بمدخل عن الفيزياء الحديثة وأهمية النظرية النسبية والكمية التي أحدثت انقلاباً علمياً في بعض مفاهيم الفيزياء التقليدية وعالمنا المعاصر .

يتناول الفصل الثالث موضوع المادة وحالاتها الجامدة والسائلة والغازية ، والآليات الفيزيائية المرافقة ، وكيفية الانتقال من حالة إلى حالة . كما يعالج هذا الفصل مبادئ التسخين والتبريد وبعض الظواهر المعروفة كالتمدد الحراري والتوتر السطحي والضغط الجوي وتوزع الماء في الطبيعة . وأخيراً يتم بإيجاز شرح طبقات

يتكون الكتاب من ثمانية فصول تعالج موضوعات الذرة وعالم نيوتن وأحوال المادة ، والحرارة ، والموجات ، والكهرباء والمغناطيسية والعائلة الكهروضوئية ، وأخيراً الطاقة مارد العصر الحديث . وهكذا يشمل الكتاب - من خلال ٤٦٠ صفحة من القطع العادي - عرضاً شاملاً لمواضيع الفيزياء التقليدية والحديثة وارتباطها بشؤون حياتنا المعاصرة مع بعض الرسوم التوضيحية المبسطة . لذا يعد الكتاب مرجعاً علمياً مبسطاً للأخوة الأدباء وغير الأدباء نظراً للسلسلة العلمية الطريفة المسيطرة عليه .

يتضمن الفصل الأول للكتاب لمحة تاريخية عن الذرة ، والمدرسة الذرية ، ونموذج ذرة الهيدروجين ، وحكاية الجدول الدوري للعناصر الطبيعية . كما يشمل استعراضاً لموضوع النظائر والنشاط الإشعاعي والنووي والاستخدامات المعروفة في مجال الطب والصناعة والزراعة وفي قراءة الآثار والتاريخ . ويبين المؤلف أيضاً كيف تمكن العلماء من تطوير طرق العلاج الإشعاعي في مجال تشخيص الأمراض وعلاج الأورام والخلايا السرطانية . وكذلك في مجال صناعة النفط والكيمياء وحفظ الأغذية .



يعرف المؤلف المفاهيم الأساسية للطاقة والشغل والقدرة بعد استعراض موجز لأهم مصادر الطاقة المستخدمة حالياً بدءاً من الوقود الأحفوري ثم المصادر المائية كمساقط المياه والسدود وحركة المد والجزر وحرارة مياه البحار والمحيطات، وكذلك طاقة الرياح والطاقة الحرارية الجوفية (الجيو حرارية) وغاز الهيدروجين وخلايا الوقود وطاقة الكتلة الحيوية (المواد العضوية) من الخشب والمخلفات النباتية والحيوانية والقمامة. ثم يعالج المؤلف أهمية الطاقة الشمسية وطرق تحويلها، وكذلك قصة الطاقة النووية والآليات المرافقة ثم الحالة الرابعة للمادة (البلازما). كما يدرس هذا الفصل النتائج الجانبية السلبية عن استخدامات الطاقة وتأثيرها في زيادة تلوث البيئة من خلال مناقشة التلوث الحراري والإحتباس الحراري والأمطار الحامضية والتلوث البيئي العام والنشاط الإشعاعي والنووي. ويختم المؤلف هذا الفصل بإستعراض موجز لازمة الطاقة وهل هي حقيقة أم وهم يحيط بالبشرية، حيث تناول موضوع أهمية الحفاظ على الطاقة، كما حدد أهم المصادر البديلة للطاقة وهي: المفاعلات النووية والاندماج النووي والطاقة الشمسية.

وخلاصة القول فإن الكتاب يمثل مرجعاً جيداً مبسطاً للمختصين وغير المختصين إلى العاملين في مجال التربية والتعليم والصحافة والإعلام وإلى فئات الأطباء والصيادلة والمهندسين وإلى فئة الأدباء بصورة خاصة في مجتمعنا العربي والإسلامي، حيث يشرح المفاهيم الفيزيائية ويضع تفسيراتها بصورة مبسطة جميلة دون اللجوء إلى إستخدام العلاقات الرياضية. وفي الواقع يعد الكتاب ثمرة طيبة تضاف إلى مكتبتنا العربية بسبب الخصوصية التي تتمتع بها مثل هذه الكتب العلمية الميسرة. ورغم أن الكتاب لم يعالج كافة القضايا الفيزيائية إلا أنه غطى الموضوعات الهامة، كما أن المؤلف استخدم آلية جديدة في التأليف العربي وهو عرض بعض آيات القرآن الكريم مرافقة للظواهر الفيزيائية كبراهين أزلية.

الناتجة عن مرور التيار الكهربائي كالكيميائية والحرارية والمغناطيسية، وأخيراً يذكر بعض التطبيقات الكهربائية كالمصباح والمصهر. أما الظاهرة المغناطيسية فيتم شرحها بصورة توضيحية جميلة حيث يتناول المؤلف أهم التأثيرات المغناطيسية وتطبيقاتها العملية في المولدات، والمرحلات الكهرومغناطيسية، والجرس الكهربائي، وسماعة الهاتف، والإتصالات السلكية، (التلغراف)، وتوليد الكهرباء، والمحولات والمحركات الكهربائية، وطرق نقل وتوزيع الكهرباء، وينتهي المؤلف هذا الفصل بمسهب قبل الكهرومغناطيسية.

أما الفصل السابع فيدرس آلية الترابط بين الكهرباء والمغناطيسية والضوء تحت مسمى العائلة الكهرومغناطيسية، أو مايسمى فيزيائياً بالطيف الكهرومغناطيسي. وقد أشار المؤلف أن عائلة الكهرومغناطيسيات -إبتداءً من أعلاها طاقة (أقصروها طولاً للموجة وأعلاها تردداً) - تتكون من أشعة جاما، والأشعة السينية، والأشعة فوق البنفسجية، والضوء المرئي، والأشعة تحت الحمراء، حيث يذكر المؤلف ببعض تطبيقاتها العملية. كما يفسر المؤلف بإختصار بعض الظواهر الضوئية الطبيعية مثل قوس قزح، والسراب، والكسوف والخسوف وإختلاف الألوان، وصدق قوله جل شأنه ﴿وماذرا لكم في الأرض مختلفاً ألوانه إن في ذلك لآية لقوم يذكرون﴾. وبعد ذلك يواصل المؤلف شرح آلية موجات الراديو في الأيونوسفير وما وصلت إليه الموجات الدقيقة في الارسل والإتصالات من تقنية متقدمة، ويتبين في نهاية الفصل أهمية الدراسات الطيفية وإستخداماتها العملية في مجال هندسة الرادار والتصوير والألياف البصرية والمجاهر الضوئية المختلفة.

وفي الفصل الثامن والأخير يعالج المؤلف قضية الطاقة هذا المارد الحديث، فيبدأ بدراسة مظاهر الطاقة في الطبيعة وأشكالها كالطاقة الحركية، والطاقة الكامنة (الوضع)، والطاقة الكيميائية، والطاقة الحرارية، والطاقة الكهربائية، والطاقة الشمسية، والطاقة النووية. كما

العلمية لنهاية الكون وصدق الحق عز وجل: ﴿الله الذي رفع السموات بغير عمد ترونها ثم استوى على العرش وسخر الشمس والقمر كل يجري لأجل مسمى، يدبر الأمر، يفصل الآيات لعلكم بلقاء ربكم توقنون﴾. وأخيراً يتم استعراض أهم الترمومترات (موازين الحرارة) المعروفة في تعيين درجة الحرارة، وكذلك طرق إنتقال الحرارة المعروفة كالتوصيل والحمل والإشعاع وتطبيقاتها في مجال حافظة الحرارة (الترموس) والبيوت الزجاجية والطاقة الشمسية وغيرها.

وفي الفصل الخامس تم بشكل مبسط شرح الموجات في الطبيعة وأنواعها الحرارية والكهرومغناطيسية والصوتية والضوئية بالإضافة إلى خصائصها كالانعكاس والانكسار والتداخل والحيود (الانعراج)، بالإضافة إلى بعض الظواهر الهامة كتأثير دوبلر والرنين وحاجز الصوت (الصدمة الصوتية) والصدى وعلم السمعيات والتلوث الضوضائي. وينتهي هذا الفصل بوصف سريع لتطبيقات عملية هامة معروفة في علوم البحار والطب والصناعة.

وفي الفصل السادس (الكهرباء والمغناطيسية) تروان لايجترقان) يبدأ المؤلف موضوع الكهرباء التي هي أم الحياة العصرية بطريقة جذابة يغلب عليها الحكاية أو القصة القصيرة بدءاً من اكتشاف ظاهرة الكهرباء الساكنة وآلية تفسيرها من خلال مفهومي التوصيل الكهربائي والحث الكهربائي، ثم تقدير ظاهرة الكهرباء كمياً عن طريق دراسة القوى الكهربائية والتشابه التام مع القوى المغناطيسية وقوة الجاذبية وإرساء النظرية الكهرومغناطيسية للوصول مستقبلاً إلى مايسمى بالنظرية الموحدة أو نظرية كل شيء. ثم يدرس المؤلف تعريف المجال الكهربائي وبعض التطبيقات في مجال المكثفات الكهربائية بالإضافة إلى مفهومي الشحن والتفريغ. كما يتم إستعراض الكهرباء التيارية غير الساكنة (التيار الكهربائي)، ومفاهيم البطارية الكهربائية، وفرق الجهد الكهربائي، والمقاومة الكهربائية وقانون أوم، وكذلك التأثيرات



## أجهزة الليزر

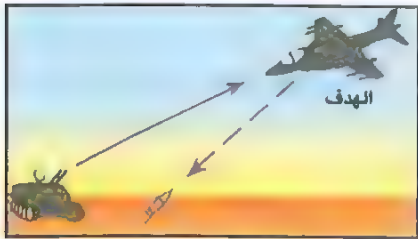


### ٤ - بعض التطبيقات العسكرية لأشعة الليزر

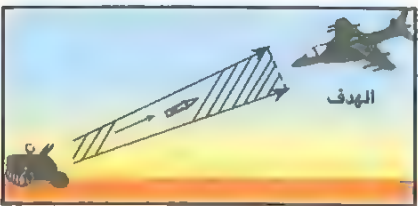
الفترة الزمنية المستغرقة آلياً لتظهر على شكل رقمي داخل غرفة الطاقم العسكري حيث يتم تسجيلها .

\* المرحلة الثانية : وتشمل عملية التنوير ( Illumination ) التي تتم بإرسال شعاع ليزر ذو موجات مستمرة أثناء طيران الصاروخ ، وفي هذه الحالة يتم توجيه الصاروخ على شعاع الليزر المنعكس من الطائرة العسكرية كما موضح في شكل (٢) .

\* المرحلة الثالثة : ويتم فيها امتطاء الصاروخ لحزمة أشعة الليزر الموجهة ليبقى في مسار الحزمة كما موضح في شكل (٣) .



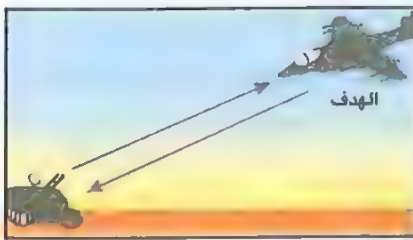
● شكل (٢) طريقة التنوير لتتبع الليزر المنعكس بواسطة الصاروخ .



● شكل (٣) إمتطاء الصاروخ لحزمة شعاع الليزر الموجهة للهدف ليبقى في مسار حزمة شعاع الليزر .

بعد الهدف قبل إطلاق الصاروخ ، شكل (١) . وتتم هذه العملية بإرسال نبضات ليزر إلى الطائرة ، فترتد هذه النبضات فور وصولها إلى جسم الطائرة عن طريق الانعكاس ، ويتم استشعارها بواسطة أجهزة استشعار حساسة جداً ، وبالتالي يتم حساب المسافة آلياً ، بمعنى أنه عند إطلاق شعاع الليزر الذي يغذي جهاز التوقيت بنبضة لتشغيله ، وعند انعكاس وعودة الإشارة فإن المستشعر الضوئي المثبت مع المستقبل يقوم بتحسس هذه الإشارة ، وبذلك يبدأ جهاز الاستقبال بتوليد نبضة الإيقاف المؤقت وتسجيل الفترة الزمنية المستغرقة لذهاب وعودة نبضة شعاع الليزر .

ويوضع المستشعر الضوئي في محور مرآة مقعرة قطرها حوالي ٥٠ سم حيث يتم تحويل الضوء المنعكس من المرآة إلى نبضات الكترونية يتم تضخيمها بواسطة مضخم ( Amplifier ) مناسب ليتم ترجمة



● شكل (١) تحديد المدى باستخدام الليزر .

توغل الليزر في تطبيقات كثيرة وفي علوم مختلفة ، ومن التطبيقات الجديدة بالملاحظة التطبيقات العسكرية التي من أهمها:-

توجيه القذائف إلى الأهداف المتحركة والساکنة - بدقة فائقة سواء كان ذلك من الأرض ( الدبابة ) أو من الجو ( الطائرة ) .

#### التوجيه من الأرض

يمكن للطاقم العسكري الموجود داخل الدبابة أن يتجنب التهديدات الموجهة إليه من الجو بواسطة استخدام نظام مستقبل الانذار الليزري ( Laser Warning Receiver - LWR ) الذي يزوده بمعلومات دقيقة عن التهديدات المباشرة ، كما أنه يعمل كإنذار ورد فعل لهدف مباشر . وفي هذه الحالة فإن لمستقبل الانذار الليزري ثلاث مهام تتلخص فيما يلي :

\* المرحلة الأولى : وتنحصر في تحديد المسافة بين الدبابة العسكرية - المزودة بالجهاز المذكور - والطائرة المعادية ، فعلى سبيل المثال عند اقتراب طائرة معادية من دبابة بها صاروخ أرض جو يعمل بنظام مستقبل الانذار الليزري ( LWR ) فإن أول مهمة يقوم بها جهاز الليزر قياس



## كيف تعمل الأشياء

لضرب الدبابات العسكرية على الأرض أو الصواريخ المنطلقة في السماء وتدميرها من مسافة بعيدة ، شكل (٥).

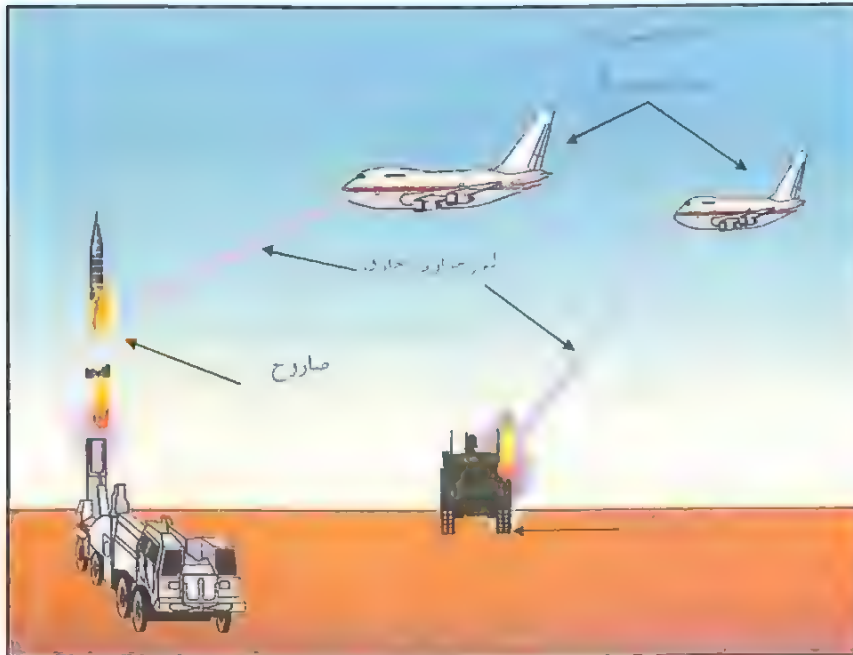
وتعتمد هذه التقنية على ليزر كيميائي من الأكسجين - يود ( Chemical Oxygen Iodine Laser - COIL ) وهو عبارة عن ليزر ذري يبعث شعاع غير مرئي ذو طول موجي ١,٣ ميكرومتر تصل قدرته إلى عدة ملايين واط .

وتتم عملية تدمير الصاروخ المنطلق على ثلاث مراحل كما يلي :

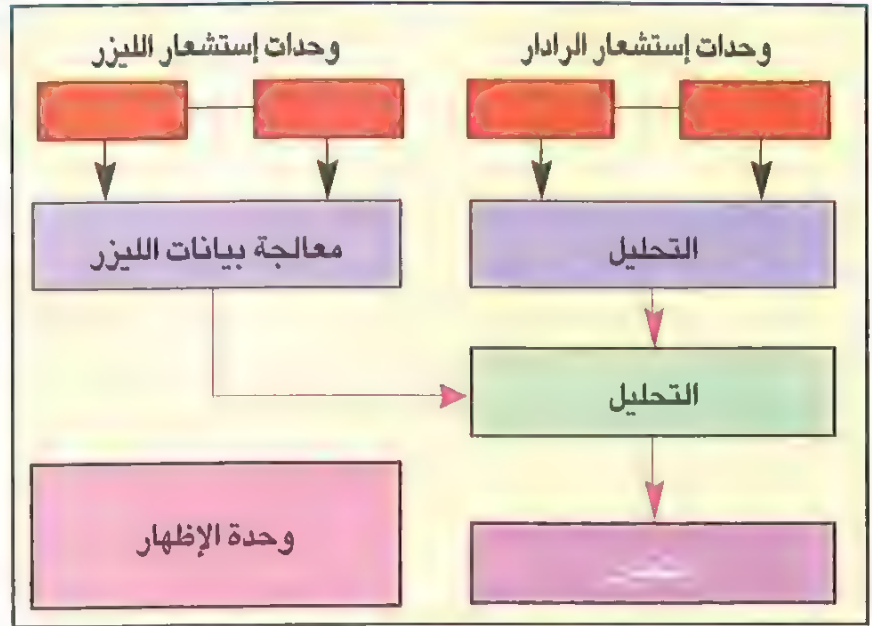
١ - بعد انطلاق الصاروخ وأثناء تواجده في الجو ، فإن نظام الليزر المحمول جواً ( ABL ) والموجود على بعد مئات الكيلو مترات يعمل على تتبع وتحديد موقع الصاروخ بالرادار .

٢ - يقوم النظام على إرسال ليزر من نوع ( YAG ) بطول موجي ٥٣٢ نانومتر - اللون الأخضر - ومن ثم يتم التنوير أثناء جميع مراحل طيران الصاروخ .

٣ - إرسال شعاع ليزر كيميائي بطول موجي ١,٣ ميكرومتر على شكل نبضات ليزرية حرارية حارقة ذات طاقة حرارية عالية جداً تكفي لتدمير الهدف .



● شكل (٥) نظام الهجوم بالليزر المحمول جواً



● شكل (٤) العمل المشترك لليزر والرادار.

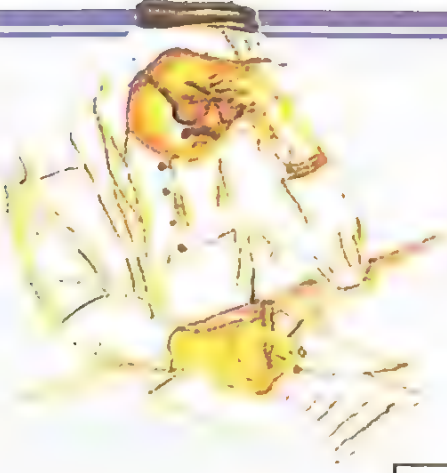
● العوامل المؤثرة على المستقبل الليزري :  
تتأثر المراحل الثلاث لجهاز مستقبل الانذار الليزري ( LWR ) بعدة عوامل منها مايلي :

- ١ - توزيع الطاقة في حزمة شعاع الليزر .
- ٢ - انفراج حزمة شعاع الليزر نتيجة للانفراج الطبيعي أثناء الترحال ، وكذلك نتيجة لتشيت الغلاف الجوي .
- ٣ - تأثير الغلاف الجوي على شعاع الليزر سواء كان بالامتصاص أو الانعكاس .
- ٤ - حساسية عملية الحسابات .

وبسبب تلك العوامل يلزم إضافة أجهزة رادار لأجهزة التسليح لتعمل مع أجهزة الليزر في نظام واحد لتعمل أجهزة مستقبلات الرادار والليزر معاً حسب الشكل (٤) ، حيث يتم إستشعار شعاع الرادار والليزر معاً في وحدات الاستشعار ، ومن ثم يتم تحليل ومعالجة البيانات ، يلي ذلك التحكم في الوقت في وحدة التحكم بالتوقيت ، وبالتالي تعيين الإشارات وإظهارها على الشاشة .

### التوجيه من الجو

ومن التطبيقات العسكرية لاستخدام أشعة الليزر من الجو هي ضرب



# مسابقة التفكير

## مسابقة العدد

الرقم المفقود

٢٨	×	×	×	×
٣٠	×	×	○	○
٢٠	○	□	△	×
١٦	△	△	□	○
	٩	١٩	٢٠	٣٠

\* في الشكل أعلاه تمثل الأرقام التي على الضلع الأيسر للمربع مجموع قيم الرموز داخل المربعات الصغيرة أفقياً، والأرقام التي على الضلع السفلي للمربع تمثل مجموع قيم الرموز داخل المربعات الصغيرة رأسياً.

\* ماهو الرقم الذي يحل محل علامة الاستفهام في الشكل؟

### أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « الرقم المفقود » فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :-

- ١- ترفق طريقة الحل مع الإجابة .
- ٢- تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .
- ٣- يوضع عنوان المرسل كاملاً .
- ٤- آخر موعد لتسلم الحل هو ١٤١٨/٧/١هـ .

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحة جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .



## حل مسابقة العدد الحادي والأربعون « الطريق الأقصر »

$$ل = \frac{١٠٠(٢-جاس)}{جتاس} = \frac{دل}{دس}$$

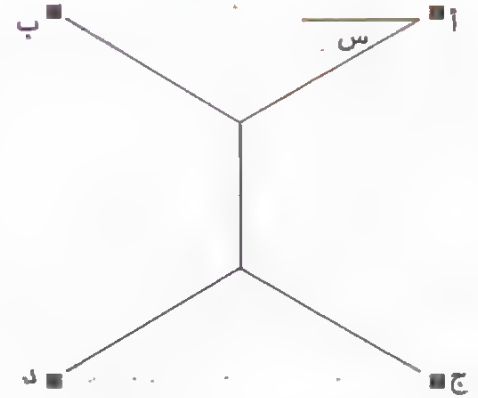
$$جاس = \frac{١}{٢}$$

$$ل = ١٠٠ + \frac{(١ - \frac{١}{٢})١٠٠}{\frac{٢}{٢}}$$

$$ل = ١٠٠ + \frac{٢٠٠}{٢}$$

$$ل = (١٠٠ + ١)٣٦ \approx (١٠٠ + ١)٣٦ \approx ١٠٠(١,٧٣٢ + ١)$$

$$\approx ٢٧٣ كم$$



طول الطريق = ل

$$ل = ٤ \times \frac{٥٠}{جتاس} + (١٠٠ - ٥٠ \times ٢) (٢ - جاس)$$

$$ل = ١٠٠ + \frac{٢٠٠}{جتاس} - \frac{١٠٠}{جتاس}$$

$$ل = ١٠٠ + \frac{١٠٠(٢ - جاس)}{جتاس}$$

### أعزاءنا القراء

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة العدد الحادي والأربعون « الطريق الأقصر » ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد . وبعد فرز الحلول ، لم يتوصل أي من المتسابقين الذين أشاركوا في المسابقة إلى الحل الصحيح ، وأسرة المجلة أذ تعلن ذلك ترجو للجميع حظاً وافراً في مسابقات الأعداد المقبلة إن شاء الله .

منتصفها بالماء ، ثم أضف حوالى  
أربع ملاعق من الطين وأربع ملاعق  
من الرمل.

٢- غط الجرة بإحكام ثم رجها جيداً.  
راقب ترسب الطين والرمل .

### المشاهدة

ستلاحظ أن حبيبات الرمل  
تترسب أولاً ، لكونها الأثقل ، ثم  
تترسب - بعد ذلك - حبيبات الطين  
لكونها الأخف مكونة طبقة فوق طبقة  
الرمل ، شكل (٢).

### الاستنتاج

توضح هذه التجربة كيفية تكون  
الصخور الرسوبية -إذا ما تخيلنا أن  
هذا يحدث في أعماق المحيطات  
ولملايين السنين- حيث يشكل وزن  
الطبقات العليا ضغطاً هائلاً على  
الطبقات السفلى .

المصدر :

Young Scientist Vol. 1, The Planet Earth.

# من أجل فلذات أكبادنا



## كيف تتكون الصخور الرسوبية

عند النظر إلى قطعة صغيرة من الصخر نجد أنها تتكون من دقائق  
صغيرة جداً ذات ألوان وأشكال مختلفة. يطلق على هذه الدقائق إسم المعادن.  
تتكون معظم الصخور من خليط من المعادن ، وتقسم إلى ثلاثة أقسام هي:  
الصخور النارية ، والصخور الرسوبية ، والصخور المتحولة.

سنتطرق في هذا العدد إلى تجربة  
بسيطة توضح كيفية تكون الصخور  
الرسوبية

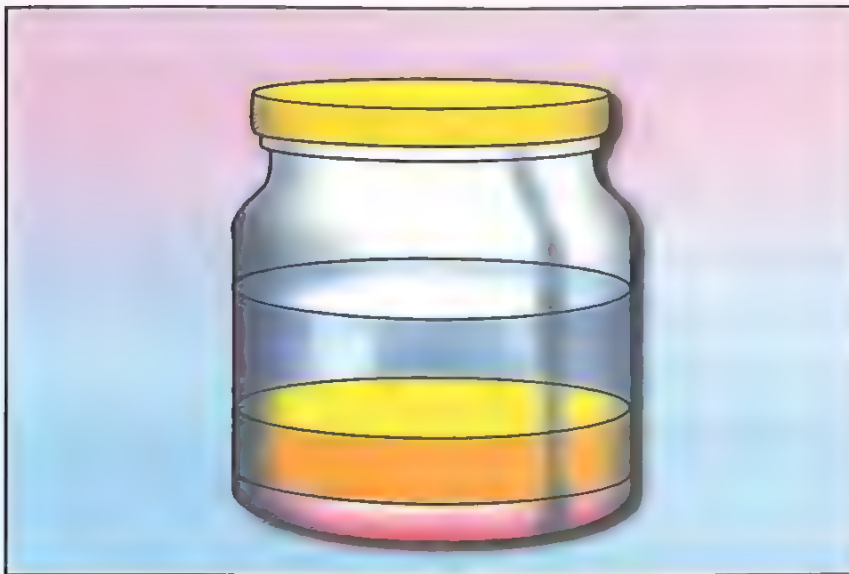
### الأدوات

ماء ، طين جاف ، رمل ، ملعقة طعام ،  
جرة زجاجية مع غطاء، شكل (١).

### خطوات العمل

١- إملاً الجرة الزجاجية إلى

تتكون الصخور الرسوبية - في  
أحيان كثيرة - نتيجة لإنجراف التربة  
والصخور مع الماء وترسبها في  
قيعان المحيطات ، ومع مرور ملايين  
السنين تتكون طبقات متعاقبة نتيجة  
للضغط الهائل الواقع عليها ، قد  
تحتوي هذه الطبقات على بقايا  
الكائنات الحية التي قد تتحول إلى  
صخور تعرف بإسم الحفريات .  
تستخدم هذه الحفريات في دراسة  
تاريخ الأرض ومعرفة الظروف  
السائدة في ذلك الوقت.



شكل (٢)



شكل (١)



## خواص الرمل الأبيض بمنطقة الرياض واستخداماته

يعد الرمل والحجر الرملي مصدراً اقتصادياً هاماً لكثير من الصناعات غير العضوية مثل صناعة الزجاج ، وأشياء الدوائر الالكترونية ، والطوب الرملي ، والخزف . ومساهمة من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية في استقلال الختامات المعدنية المتوفرة (فوق أراضي المملكة وتحت سطحها ، قامت في الفترة من عام ١٤١٢هـ إلى عام ١٤١٦هـ بتدعيم مشروع بحثي تحت عنوان " خواص الرمل الأبيض بمنطقة الرياض واستخداماته " وكان الباحث الرئيس لهذا المشروع الدكتور محمد أمين أمجد ، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية .

تتلخص أهداف البحث في عنصرين أساسيين هما :-

١- مسح جيولوجي للرمل والحجر الرملي بمنطقة الرياض للتعرف على أنواعها ، وتحديد كمياتها ، والتعرف على خصائصها الفيزيائية والكيميائية من خلال تحليل مكوناتها .  
٢- تقييم مدى صلاحية الرمل والحجر الرملي لاستخدامهما في عدة صناعات مثل صناعة الزجاج ، والخلايا الشمسية ، والملاط ، والطوب الرملي ، والخزف ... وغيرها .

### خطوات البحث

لتحقيق الأهداف المرجوة من البحث تم إجراء عدة خطوات هي كما يلي :-

١- استخدام الصور الفضائية والخرائط الجيولوجية في تحديد منطقة الدراسة - من الدغم شمالاً إلى الخرج جنوباً - التي تشمل على كل ترسبات الرمل الأبيض ( تكون البياض ) ، ومسحها وتقييمها من حيث طريقة التكوين والترسيب وطبيعة مخزونها الرملي .  
٢- تقسيم منطقة الدراسة إلى ثلاث مناطق فرعية ( الدغم ، جنوب شرق الرياض ، والخرج ) ، وتجميع عينات رملية تمثل تلك المناطق لدراسة خواصها الفيزيائية والكيميائية لتقييم مدى ملائمتها للصناعات المختلفة من حيث القوام والأكاسيد مثل السيليكا ، والألمنيوم ، والحديد ... وغيرها .  
٣- تعيين شوائب المعادن الثقيلة - تشكل عائقاً لصناعة الزجاج - في ٢٠٠ عينة رملية تمثل المناطق الفرعية الثلاث المذكورة أعلاه .

يمكن استخدامه في صناعة الخلايا الشمسية .  
٢- يحتوي الرمل الأبيض على ٩٩٪ سيليكا ، و ٠,٥٥٪ معادن ثقيلة ( الأوبال ، والزيرون ، والتورمالين ، والروتال ) .

٤- يصلح لصناعة الزجاج حوالي ٢٩,٥٪ ، و ١٢,٦٪ ، و ١٠٪ من كميات الرمل الموجودة في منطقة الدغم وجنوب شرق الرياض والخرج على التوالي .

٥- تصلح رمال الدغم والخرج لجميع أنواع الزجاج ، بينما تصلح رمال جنوب شرق الرياض لصناعة الألواح الزجاجية وذلك بعد تنقيته من حبيبات الرمل الدقيقة التي تحتوي على شوائب أكسيد الحديد .

٦- التشابه بين نوعية المياه التي تم تطهيرها من حيث العكارة والتوصيل الكهربائي والعسر والقلوية والسيليكا والحديد والألمنيوم بعد إمرارها على كل من الرمل المحلي والرمال المستوردة .

٧- مطابقة المياه المنتجة - بعد مرورها على مرشح من الرمل الأبيض - للمواصفات المحلية والعالمية من حيث العكارة ونسبة الحديد والألمنيوم .

٨- تحسين خواص مواد البناء - عند استبدال الرمل الأحمر بالرمل الأبيض - حيث زادت قوة الانضغاط ، والانثناء ، والانكماش بنسب تتراوح بين ١٠٪ - ٨٥٪ ، و ٢٠٪ - ٤٠٪ ، و ١٥٪ - ٦٠٪ على التوالي ، إلا أن هذه النسب قد انخفضت - عند خلط الرمل الأبيض مع الأحمر - لتتراوح بين صفر - ٢٠٪ ، و صفر - ٢٠٪ ، و ١٠٪ - ٤٠٪ على التوالي .

٩- زيادة معامل الاجهاد والشد بنسبة ٢٦٪ و ٦٧٪ على التوالي في صناعة الحوائط الخرسانية عند استخدام الرمل الأبيض بدلاً من الرمل الأحمر .

### التوصيات

على الرغم من التحسن الملحوظ في خواص البناء عند استخدام الرمل الأبيض ، إلا أن هذه الدراسة توصي بعدم الجدوى الاقتصادية من ذلك ، حيث أن صفات الرمل الأبيض في تلك المنطقة عالية الجودة ( ٩٩٪ سيليكا ) ، ولذا يجب استخدامه والاستفادة منه في صناعات أخرى مثل صناعة الزجاج والخلايا الشمسية وأشياء الدوائر الالكترونية ، ومعالجة مياه الصرف الصحي ، والخزف ، والمرشحات ، وسيليكاك الصوديوم ، وكمواد محفزة في إنتاج النفط ، كما أوصت الدراسة بمواصلة البحث عن مصادر أخرى بديلة للرمل الأبيض بالمملكة .

٤- تحضير عشر شرائح رقيقة من عينات الحجر الرملي لمعرفة محتواها من العناصر الكيميائية مثل السيليكون والفسفور والجرمانيوم والزنك .

٥- تصنيع أنواع مختلفة من الزجاج - بعد خلط الرمل الأبيض مع نسب مختلفة من أكسيد الألمنيوم وكربونات الصوديوم وكربونات الكالسيوم - ذات صفات تختلف باختلاف نوع الرمل ( خام أم معالج ) ، والمنطقة التي أخذ منها ، وتحديد صفات الزجاج بأنواعه المختلفة وذلك بقياس عاملي الكثافة والمعامل الحراري .

٦- تصميم وتركيب محطة مياه تجريبية لمقارنة أداء الرمال المحلية بالرمال المستوردة لمعرفة مدى ملائمة الرمل الأبيض في مرشحات تنقية مياه الشرب .

٧- مقارنة الرمل الأبيض بالرمل الأحمر في تحديد الصفات المختلفة للمونة والطوب الخرساني والاسمكتي والجيري والحوائط الخرسانية ، من خلال إخضاعها لعدة قياسات منها قوة الانضغاط ، وقوة الإنثناء ، ومعامل المرونة ، والانكماش ، والكثافة النوعية ، وذلك وفقاً للطرق القياسية العالمية المتعارف عليها .

### النتائج

أوضحت الدراسة عدة نتائج هي كالتالي :-

١- يتكون الرمل الأبيض في منطقة الرياض من حبيبات دقيقة إلى متوسطة الحجم مترسبة على شكل طبقات متقاطعة ومتداخلة مع عدسات من الطين .

٢- قلة نسبة الشوائب بالحجر الرملي ، ولذا

## مصطلحات علمية (\*)

١٩٥ م تحت الصفرة المثوي، ويستخدم بصفة أساس في البحوث العلمية والمجالات الطبية.

### Mineral معدن \*

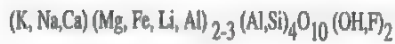
مادة طبيعية، ذات تركيب وصيغة كيميائية محددة، توجد في صورة بلورات منفردة، أو منتشرة في معدن أو صخر آخر.

### Mineral Processing تمعدن \*

طرق أو عمليات - مثل الطحن الجاف، أو المبتل - تستخدم لرفع تركيز المادة المعدنية في الخام، أو في نواتج أخرى تحتوى على معادن.

### Mica بلق (ميك) \*

مجموعة من معادن الفيلوسيليكات ( بنيتها شبيهة بالصفائح) لها الصيغة العامة.



### Mineral Wool صوف معدني \*

الياف طبيعية من أصل معدني - تشبه الصوف والياف الزجاج - تتشكل بنفخ الهواء أو بخار الماء خلال الصخر أو الخبث المصهورين. يستخدم الصوف المعدني في العزل الحراري والكهربائي، ومقاومة الحرائق، وكوسيط ترشيح.

### Triboelectrification تكهرب احتكاكي \*

إحداث شحن كهروستاتيكية بواسطة الاحتكاك.

(\*) المصدر:

معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا  
معهد الإنماء العربي.

### Fertilizer سماد (مخصب) \*

مادة تضاف إلى التربة لتمدها بعنصر أو أكثر من العناصر الكيميائية اللازمة لتغذية ونمو النبات.

### Frothing إزباد \*

إنتاج فقائيع مستقرة نسبياً عند السطح البيني لهواء وسائل نتيجة للتقليب أو التهوية أو الفوران أو التفاعل الكيميائي.

### Homogeneous Catalysis حفز متجانس \*

حفز يجرى في طور واحد، غاز أو سائل.

### Homogeneous Chemical Reaction تفاعل كيميائي متجانس \*

تفاعل كيميائي توجد فيه كل المكونات (الأجسام المتفاعلة والمحفز) في طور واحد.

### Hydrophilic شغوف للماء (اليف للماء) \*

أي مادة تمتلك ألفة لجذب الماء، أو امتزازه أو امتصاصه.

### Hydrophobic نافر من الماء \*

أي مادة تمتلك خاصية لدفع الماء وعدم امتزازه أو امتصاصه.

### Liquification تسيليل \*

تحول المادة - عادة - من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة، وخاصة المادة التي توجد في الطور الغازي تحت الضغط ودرجة الحرارة العاديين.

### Liquid Nitrogen نيتروجين سائل \*

نيتروجين في الحالة السائلة تحت الضغط الجوي، وعند درجة حرارة

### Adsorption امتزاز \*

احتباس سطحي على شكل جزيئات أو ذرات لمادة صلبة أو سائلة أو غازية، بواسطة جسم صلب أو سائل. وهو عكس الامتصاص (Absorption) الذي يعرف بأنه تغلغل المواد داخل الجسم الصلب أو السائل.

### Bauxite بوكسيت \*

مادة غير عضوية تتكون من أكاسيد الألمنيوم المائية وهيدروكسيدات الألمنيوم مع شوائب مثل السيليكا الحرة والغرين وأكاسيد الحديد والمعادن الصلصالية. ويستخدم للحصول على الألمنيوم وكبريتات الألمنيوم.

### Binary ثنائي \*

مركب كيميائي يتميز بجزيئين أو بعنصرين أو يتكون منهما.

### Caustic Soda صودا كاوية \*

هيدروكسيد صوديوم يحتوي على أكسيد صوديوم (Na<sub>2</sub>O) بنسبة تتراوح بين ٧٦٪ إلى ٧٨٪، وتستخدم في الصناعات الكيميائية، وتكرير النفط، وصناعة اللب والورق.

### Concentrator مَرَكُز \*

جهاز يستخدم في الوحدات الصناعية لتركيز المواد.

### Crystal Structure بنية بلورية \*

تنظيم ذرات أو أيونات المادة على هيئة جسم بلوري صلب.



## من خفایا نبتون

رغم أن اكتشاف كوكب نبتون عام ١٨٤٦م - بناء على تغييرات في مدار كوكب أورانوس - يمثل انتصاراً لعلماء الفلك والرياضيات ، إلا أن متابعة التغيرات التي تحدث حول محيطه المضطرب تبدو لوقت قريب بعيدة المنال .

وفي عام ١٩٩٤م بدأ هيدي هاميل (Heidi B.Hammel) من معهد ماشيتوتس للتقنية وويسلي لوكود (Wesely Locwood) من مرصد لويل باريزونا متابعة دورية لكوكب نبتون من خلال منظار هبل الفضائي، ولدهشة المذكورين اتضح في نفس العام أن النقطة السوداء العظيمة - يشتهر بها هذا الكوكب وتم رؤيتها بوساطة سفينة الفضاء فيوجير (Voyager) - قد اختفت من الوجود، ومن الدهش كذلك ظهور نقطة عظيمة بديلة في القطب الشمالي للكوكب.

وقد بدأ ظهور النقطة البديلة عام ١٩٩٥م وتم التأكد منها بواسطة سلسلة من الصور تم أخذها بواسطة منظار هبل الفضائي في أغسطس عام ١٩٩٦م. ويؤكد تواجد هذه النقطة الجديدة على سطح نبتون مدى الاضطراب والتقلبات الجوية المستمرة لهذا الكوكب.

المصدر:

Science News, Vol 150, Nov. 16th  
1996, P 314 .

## تشخيص نقص التروية الدموية للقلب

أفلق فريق بحثي من جامعة  
تسوكوبا اليابانية وشركة  
هيتاشي - ولأول مرة في  
العالم - في تشخيص حالات

نقص التروية الدموية  
للقلب ( Cardiac Ischemia ) عن  
طريق التصوير باستخدام  
مجالات مغناطيسية صغيرة  
متولدة من القلب .

ويذكر أحد المسؤولين  
بالفرق المذكور أن هذه التقنية  
سوف تساعد الأطباء على  
اكتشاف حالات نقص التروية  
الدموية للقلب والذبحة الصدرية  
( Myo Cardial Infraction ) بدقة  
وسهولة ، وماعلى المريض إلا أن  
يرقد لثواني معدودة دون أن  
يخطر لخلم ملاسه .

وتأمل شركة هيتاشي  
الإنهاء من إنتاج أجهزة طبية  
في المجال المذكور خلال سنتين  
أو ثلاثة سنوات .

استخدم فريق البحث  
أجهزة تداخل كمي فائق التوصيل  
( Super Conducting Quantum In-

كمجسات مغناطيسية لقياس المجال المغناطيسي الصغير المتولد من القلب، وبالتالي أمكن فيه إنتاج صور للتيارات الكهربائية، وقد نجح الفريق المذكور في إنتاج

صور في وقت وجيز جداً لا يتجاوز جزء واحد من الألف من الثانية، مما سهل من إعطاء تفاصيل دقيقة عن القلب وتحديد الجزء المريض منه بدقة متناهية، وهذا ما أكدته التجارب التي أجريت على ٦٠ مريضاً، ثم

تشخيص حالات نقص التروية  
الدموية لقلوبهم بدقة فائقة كثيراً  
لتشخيص باستخدام الطرق  
التقليدية ، مثل : طريقة الرسم  
لتخطيطي للقلب .

ويذكر الأستاذ توشيو ميتسوي ( Toshio Mitsui ) من جامعة تسوكوبا ان هذه التقنية سوف تقود إلى اكتشاف المبكر للمراحل الأولى لنقص التروية الدموية

للقلب ، كما يمكن استخدامها في الفحص المعتاد لتشخيص القلب ولقلوب الأطفال حيث أنها تساعد كثيراً في الدراسات الأولية للقلب .

المصدر:

**Japan Science may 19, 1997**

## بكتيريا مغناطيسية

أشارت دراسة كشف عنها الستار في أغسطس ١٩٩١ م، إلى وجود نوع من البكتيريا يمكنها تصنيع جسيمات مغناطيسية، وبالتالي يمكن أن تستخدمها كبوصلة توجيه في الحقل المغناطيسي للأرض، ويحاول العلماء الآن الاستفادة من هذه الجسيمات البكتيرية المغنطة لفصل البروتينات من السوائل.

وقد أوضح الباحثون في جامعة طوكيو للزراعة والتقنية باليابان طريقة يمكن بها فصل وتجميع الجسيمات المغناطيسية من البكتيريا، وإصاقتها بأجسام مضادة ترتبط ببروتين جلوبيولين المناعة ج (Immunoglobulin G) الخاص بالفأر، وبعد أن تم ارتباط الجسيمات المذكورة في المحلول استخدم الباحثون لمغناطيس لجذب المركب البروتيني إلى حافة الإناء ثم عرضوه للضوء بغية التعرف عليه بسهولة.

ويذكر الباحث الياباني  
تاداشي ماتسوناجا  
(Tadashi Matsunaga) أنه  
بالرغم من استخدام الجسيمات  
المغناطيسية في عمليات فصل  
مشابهة - مثل فصل خلايا  
الجنين في دم الأم - إلا أن هناك  
صعوبة في تصنيع جسيمات  
دقيقة مثل الجسيمات التي

## بصل اعلاج تخثر الدم

وجد أن من بين الفوائد العظيمة للبصل أن له فوائد طبية في علاج تخثر الدم تشبه فوائد الثوم ، حيث أن لكليهما مواد تساعد على إبطاء تخثر الدم وتحسين سريانه داخل الأوردة والشرايين .

وقد تمكن العلماء حديثاً من وضع خريطة وراثية للبصل توضح مكان وعمل كل مورث في الحامض النووي منقوص الأكسجين للبصل ، ويعد هذا هو الانجاز الأول من نوعه في هذا المحصول ، ويمكن الاستفادة من الخريطة في إنتاج سلالات جديدة من البصل تقي بالأغراض الطبية لعلاج تخرثر الدم والصفات الوراثية المرغوبة مثل الإنتاج المبكر ، والوفير ، ومقاومة الآفات ، وغيرها .

ويتوقع الإنتهاء من إنتاج تلك السلالات خلال العقد القادم بإذن الله .

المصدر :

Emerging Food R&D Report, June 1997, Vol. 8, No. 3.



اعجاب وإطراء ويسرنا تحقيق رغباتك  
وجميع القراء ، أينما كانوا وسوف  
ندرج إسمك في قائمة التوزيع .

\* الأخ / رعد محمد القيسي - الأردن  
نشكرك على إشاداتك بالمجلة  
والعاملين عليها . ونفيدك بأن المجلة  
تصل الى جميع البلاد العربية وغيرها  
من البلدان وسوف تصلك المجلة على  
عنوانك الجديد بإذن الله .

\* الأخوة / بوشاهد عبدالحق ،  
وبوالخراص قيقوب ، والزغدي  
مسعود ، وسمير بشقه بن حميده  
رفيق ، وجعفري محمد - الجزائر .  
يسعدنا تلبية رغباتكم بإدراج عناوينكم  
ضمن قائمة توزيع المجلة .

\* الأخ / أبو بكر شينص - الجزائر  
رسالتك وصلتنا فأهلاً بك قاريء  
لمجلتنا وسوف يصلك العدد المطلوب  
بإذن الله تعالى .

\* الأخ / رموم خير الدين - الجزائر  
تلقينا رسالتك شاكرين ثناءك للمجلة  
والعاملين عليها ويسعدنا تلبية طلبك من  
الأعداد السابقة .

\* الأخ / أنور عطية شحاته - مصر  
يسعدنا تلبية طلبك وسوف نقوم  
بإدراج إسمك في قائمة التوزيع .

\* الأخ / مزمل محمد البشير -  
السودان  
سعدنا باتصالك ويسرنا إدراج إسمك  
في قائمة التوزيع .

## مع القراء



### أعزاءنا القراء :

أهلاً ومرحباً بكم في مجلتكم مجلة العلوم والتقنية ويسعدنا هذا الكم الهائل من  
رسائلكم واتصالاتكم ، وهذا ما يدفعنا لبذل المزيد من الجهد لأرضائكم وتلبية  
طلباتكم فأنتم المرات الحقيقية لنجاح هذه المجلة .:

\* الأخ / عبدالله صالح البلوي -  
رفحاء  
وصلتنا رسالتك بكل سرور  
وسوف نقوم بإرسال المجلة على  
عنوانك الجديد .

\* الأخ / سعيد محمد القحطاني -  
أبها  
نشكرك على عبارات الثناء  
والمديح التي حملته رسالتكم إلينا

وسوف نقوم بإرسال مايتوفر  
لدينا من الأعداد السابقة وكذلك  
يسعدنا إدراج إسمك ضمن قائمة  
التوزيع ، أما فيما يخص مقالتيك  
فلأسف لم تصل إلينا .

\* الأخ / فيصل سلمان آل حبيب -  
صفوى  
تلقينا رسالتك بكل سرور ويسعدنا

إدراج إسمك ضمن قائمة التوزيع .

\* الأخ / فيصل عبدالكريم الحربي -  
الغلا  
المجلة يا أخانا العزيز مجلة

وصلتنا رسالتك شاكرين ماحوته من



في  
العدد المقبل  
**تنقية مياه  
الشرب**

